



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
& ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
Αριθμ. Πρωτοκ. 495
Ημερομηνία 1-7-2013



Πτυχιακή Διατριβή

Συγκριτική μελέτη εδαφικής τράπεζας σπόρων,
σε βιολογικές και συμβατικές καλλιέργειες σιταριού
στην περιοχή της Δεσκάτης Γρεβενών



Φοιτήτρια: Κρίκου Γεωργία

Επιβλέπων: Σφουγγάρης Αθανάσιος, Αν. Καθηγητής

Βόλος, 2013



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.:	11935/1
Ημερ. Εισ.:	21/08/2013
Δωρεά:	Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός:	ΠΤ-ΦΠΑΠ
	2013
	ΚΡΙ



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ



Πτυχιακή Διατριβή

Συγκριτική μελέτη εδαφικής τράπεζας σπόρων,
σε βιολογικές και συμβατικές καλλιέργειες σιταριού
στην περιοχή της Δεσκάτης Γρεβενών

Φοιτήτρια: Κρίκου Γεωργία

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή:

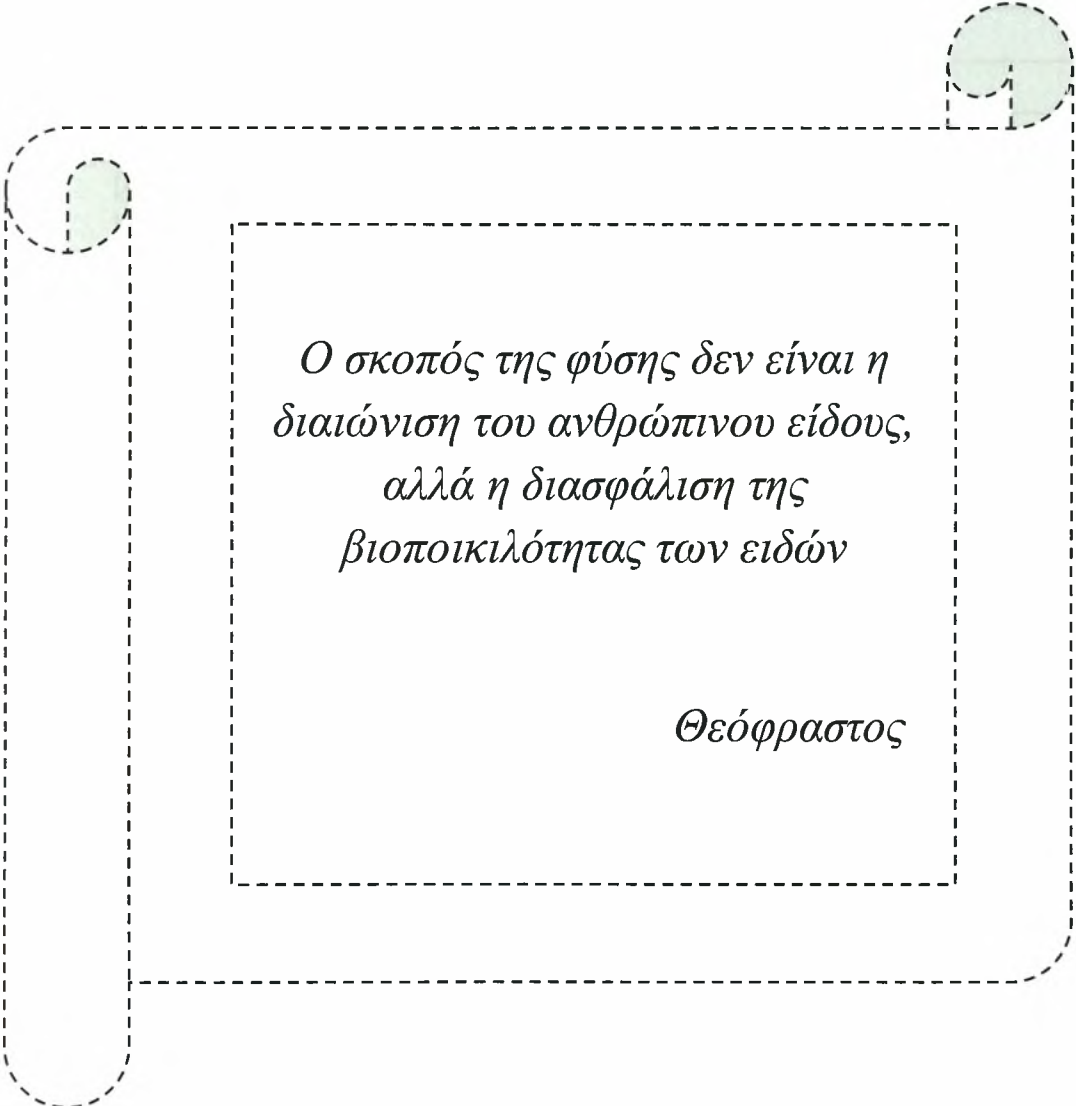
Σφουγγάρης Αθ., Αν. Καθηγητής (Επιβλέπων)

Δαναλάτος Νικ., Καθηγητής (Μέλος)

Χά Αβραάμ, Καθηγητής (Μέλος)

Αφιερωμένη στον Νίκο





*Ο σκοπός της φύσης δεν είναι η
δαιώνιση του ανθρώπινου είδους,
αλλά η διασφάλιση της
βιοποικιλότητας των ειδών*

Θεόφραστος

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	4
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	6
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	7
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	9
2.1. Αγροοικοσυστήματα	9
2.2. Βιολογική και συμβατική διαχείριση των αγροοικοσυστημάτων	12
2.3. Σιτηρά	16
2.3.1. Ιστορική αναδρομή	16
2.3.2. Καλλιεργούμενες είδη	16
2.3.3. Βοτανική περιγραφή	17
2.3.4. Οικολογικές απαιτήσεις	17
2.3.5. Καλλιεργητική τεχνική	17
2.4. Αυτοφυή είδη σε καλλιεργούμενες εκτάσεις σιτηρών	18
2.5. Εδαφική τράπεζα σπόρων αυτοφυών ειδών	20
2.6. Γεωργική βιοποικιλότητα	23
2.7. Χρήση σπόρων αυτοφυών ειδών σε καλλιεργούμενες εκτάσεις	25
3. ΣΚΟΠΟΣ	27
4. ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ	28
5. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	29
5.1. Εαρινές μετρήσεις	29
5.2. Φθινοπωρινές μετρήσεις	29
5.2.1. Δείκτης φυσιогνωμίας αγρού	29
5.2.2. Καταγραφή φυτοκάλυψης	30
5.2.3. Δειγματοληψία εδαφικών δειγμάτων	31
5.3. Εργαστηριακές μετρήσεις	32
5.3.1. Φυτολόγιο και Σπορολόγιο	32
5.3.2. Ταυτοποίηση εδαφικών σπόρων	32
5.4. Στατιστική ανάλυση	36
6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	37
6.1. Αυτοφυή είδη σε βιολογικές και συμβατικές καλλιέργειες σιτηρών	37
6.1.1. Συχνότητα εμφάνισης αυτοφυών ειδών	37
6.1.2. Ποικιλότητα αυτοφυών ειδών	38
6.2. Φυσιогνωμικά χαρακτηριστικά αγρού	41
6.3. Εδαφική τράπεζα σπόρων σε βιολογικές και συμβατικές καλλιέργειες σιτηρών	42
6.3.1. Συχνότητα εμφάνισης σπόρων αυτοφυών ειδών	43
6.3.2. Ποικιλότητα σπόρων αυτοφυών ειδών	44

6.3.3. Πυκνότητα σπόρων αυτοφυών ειδών	44
7. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	45
8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	48
9. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	49
10. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	50
Ηλεκτρονικές διευθύνσεις	55
Παράρτημα	56

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα της πτυχιακής διατριβής μου, κ. Αθ. Σφουγγάρη, Αναπληρωτή Καθηγητή και Διευθυντή του Εργαστηρίου Διαχείρισης Οικοσυστημάτων και Βιοποικιλότητας, για την ανάθεση του θέματος και τη συνεχή καθοδήγησή του μέχρι την ολοκλήρωση της διατριβής.

Επίσης, ευχαριστώ τον Λέκτορα κ. Αν. Καρκάνη, για την πολύτιμη συμβολή του στην ταυτοποίηση των συλλεχθέντων φυτικών ειδών, καθώς και την Υποψήφια Διδάκτορα κ. Αλ. Σολωμού για τις χρήσιμες υποδείξεις της και τη βοήθειά της στην επεξεργασία των δεδομένων. Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον γεωπόνο του Δήμου Δεσκάτης, κ. Κ. Γαλάνη, για τις χρήσιμες πληροφορίες και τα λεπτομερή στοιχεία για την περιοχή έρευνας που παρείχε.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στην οικογένειά μου για τη στήριξη και το ανεκτίμητο ενδιαφέρον τους και ιδιαίτερα στον πατέρα μου για την συμβολή του στις εργασίες πεδίου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο πλούτος των αυτοφυών ειδών και της εδαφικής τράπεζας σπόρων είναι η βάση της βιοποικιλότητας των αγροοικοσυστημάτων. Η εντατικοποίηση όμως που υφίστανται τα αγροοικοσυστήματα τα τελευταία χρόνια έχουν διαταράξει αυτόν τον πλούτο.

Σκοπός της συγκεκριμένης έρευνας ήταν η ποιοτική και ποσοτική καταγραφή της αυτοφυούς χλωρίδας και των εδαφικών σπόρων σε βιολογικές και συμβατικές καλλιέργειες σιτηρών στην περιοχή της Δεσκάτης. Επιπλέον, να χαρακτηριστεί το εν δυνάμει ευνοϊκότερο σύστημα καλλιέργειας για την αγροτική βιοποικιλότητα.

Η έρευνα έλαβε χώρα το 2011 και περιλάμβανε τόσο μετρήσεις πεδίου, όσο και εργαστηριακές αναλύσεις. Οι μετρήσεις πεδίου πραγματοποιήθηκαν την άνοιξη και το φθινόπωρο του 2011 και περιλάμβαναν την καταγραφή της φυτοκάλυψης εντός κάθε αγροτεμαχίου και τη δειγματοληψία εδαφικών δειγμάτων. Η επιλογή των αγροτεμαχίων πραγματοποιήθηκε με βάση το σύστημα διαχείρισης που είχαν εφαρμόσει οι γεωργοί στην περιοχή έρευνας. Συνολικά, σε 20 αγροτεμάχια σιτηρών, 10 βιολογικής και 10 συμβατικής καλλιέργειας, πραγματοποιήθηκε απογραφή της αυτοφυούς βλάστησης και λήψη 100 εδαφικών πυρήνων (5 ανά αγροτεμάχιο) και εξετάστηκαν: ο συνολικός αριθμός αυτοφυών φυτικών ειδών, το ποσοστό επί τις εκατό (%) φυτοκάλυψης από αυτοφυή είδη, καθώς και ο δείκτης φυσιογνωμίας, η περίμετρος και η έκταση του αγρού. Εκτός όμως από τις μετρήσεις πεδίου έλαβαν χώρα και εργαστηριακές μετρήσεις και περιλάμβαναν τη προετοιμασία, την ανίχνευση, την απομόνωση και τελικά τη ταυτοποίηση των επιφανειακών εδαφικών σπόρων στα δείγματα των εδαφικών πυρήνων.

Οι καλλιέργειες σιταριού με βιολογική διαχείριση παρουσίασαν υψηλότερη τιμή φυτοκάλυψης αυτοφυών ειδών, καθώς και υψηλή πυκνότητα εδαφικών σπόρων ανά m², γεγονός που συμβάλλει στη διατροφική στήριξη της αγροτικής ζωικής ποικιλότητας. Η εδαφική τράπεζα σπόρων κυριαρχούνταν από τα φυτικά είδη: *Chenopodium album*, *Polygonum aviculare*, *Portulaca oleraceae* και *Fummaria officinalis*.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο ξεκίνημα της ιστορίας του, ο άνθρωπος κυνηγούσε άγρια ζώα και συνέλεγε καρπούς για να μπορέσει να τραφεί. Με την ανακάλυψη της γεωργίας, σταμάτησε να περιπλανιέται για την αναζήτηση τροφής. Έμαθε να επεμβαίνει στα φυσικά οικοσυστήματα και να ελαττώνει τον αριθμό των ειδών που τα αποτελούσαν, για να μπορέσει να αυξήσει την ποσότητα ή την απόδοση του επιθυμητού είδους που θα καλλιεργούσε. Δημιούργησε έτσι ένα «προσαρμοσμένο» οικοσύστημα για να εξυπηρετήσει τις ανάγκες του, το επονομαζόμενο αγροοικοσύστημα ([http1](#)).

Τα αγροοικοσυστήματα διαδραματίζουν ολοένα και πιο σημαντικό ρόλο στην επιβίωση του ανθρώπου. Εντούτοις, ειδικά κατά τον τελευταίο αιώνα, έχουν θεωρηθεί απλά ως μονάδες παραγωγής, καθιστώντας τη γεωργία σημαντική πηγή ρύπανσης. Ο σύγχρονος τρόπος παραγωγής που στηρίζεται αποκλειστικά και μόνο στην υψηλή απόδοση και η ακατάλληλη διαχείριση των αγροοικοσυστημάτων, έχει προκαλέσει σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα όπως είναι η διάβρωση των γεωργικών εδαφών, η ρύπανση και η υπερεκμετάλλευση του γλυκού νερού, η απώλεια της βιοποικιλότητας και η αύξηση της αντοχής των αυτοφυών ειδών και των παρασίτων (Zhu et al., 2012).

Από την αρχαιότητα όμως ο άνθρωπος, για να καλύψει τις διατροφικές του ανάγκες ακολουθούσε γεωργικές πρακτικές που δεν διαφέρουν σε τίποτα από τις πρακτικές που εφαρμόζονται σήμερα στο βιολογικό τρόπο παραγωγής ([http2](#)). Έτσι λοιπόν, η βιολογική ή οργανική γεωργία ξεκίνησε ως μια εναλλακτική πρόταση, αρχικά ως φιλοσοφία ζωής (Τσιαφούλη, 2007) και αποτελεί μια μέθοδο καλλιέργειας όπου κανένα συνθετικό λίπασμα ή φυτοφάρμακο δεν χρησιμοποιείται. Ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας (FAO), επεκτείνει την έννοια και ορίζει τη βιολογική γεωργία ως: «Ένα σύστημα διαχείρισης ολιστικής παραγωγής που προωθεί και βελτιώνει την υγεία του αγροοικοσυστήματος και περιλαμβάνει τη βιοποικιλότητα, τους βιολογικούς κύκλους και τη μικροβιακή δραστηριότητα του εδάφους. Υπογραμμίζει τη χρήση των διαχειριστικών πρακτικών παρά των μη-αγροτικών εισροών, λαμβάνοντας υπόψη ότι οι περιφερειακές συνθήκες απαιτούν τοπικά προσαρμοσμένα συστήματα. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση, όπου είναι εφικτό, καλλιεργητικών, βιολογικών και μηχανικών μεθόδων, σε αντιδιαστολή με τη χρησιμοποίηση συνθετικών υλικών, για την ολοκλήρωση οποιασδήποτε συγκεκριμένης λειτουργίας μέσα στο σύστημα» ([http3](#)).

Κατά τη διάρκεια όμως του 20^{ου} αιώνα σημειώθηκαν καθοριστικές αλλαγές στις γεωργικές πρακτικές και στον τρόπο διαχείρισης των γεωργικών εκμεταλλεύσεων (Τσιαφούλη, 2007). Αποτέλεσμα αυτής της πορείας ήταν η διαμόρφωση ενός συστήματος γεωργικών πρακτικών που επικράτησε παγκοσμίως και ονομάζεται συμβατική γεωργία ([http2](#)). Αυτή είναι σήμερα η κύρια μορφή γεωργίας, η οποία περιλαμβάνει την παραγωγή γεωργικών προϊόντων με τη χρησιμοποίηση γεωργικών φαρμάκων και λιπασμάτων και βασίζεται στις εξωτερικές εισροές, στην εντατικοποίηση της παραγωγής και στην έντονη εκμηχάνιση των καλλιεργειών. Παράλληλα αξιοποιεί ανεξέλεγκτα τους διαθέσιμους φυσικούς πόρους, τα συνθετικά αγροχημικά, επιτυγχάνει την αύξηση της παραγωγής και τη βελτίωση της ποιότητας των γεωργικών προϊόντων. Αντιθέτως, συνεπάγεται τη ρύπανση των υπογείων και επιφανειακών νερών, τη μόλυνση του εδάφους, του αέρα, της χλωρίδας και πανίδας, καθώς και τις επιπτώσεις στον άνθρωπο είτε άμεσα (έκθεση σε γεωργικά φάρμακα) είτε έμμεσα (κατανάλωση γεωργικών προϊόντων με υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων) ([http4](#)).

Η εντατικοποίηση της γεωργίας επίσης τις τελευταίες δεκαετίες είναι μια από τις μεγαλύτερες απειλές για την παγκόσμια βιοποικιλότητα. Συγκεκριμένα υπάρχουν δραματικές μειώσεις των πληθυσμών και απώλειες πολλών ειδών σε γεωργικές εκτάσεις στην Ευρώπη (Hole et al., 2005). Από το 1600 έως σήμερα έχουν καταγραφεί πάνω από 1000 εξαφανίσεις φυτικών και ζωικών ειδών. Στην πλειονότητα των περιπτώσεων αυτό συμβαίνει διότι οι σημαντικές μειώσεις στους πληθυσμούς των ειδών, όπου εμφανίζονται, συνδέονται κατά κύριο λόγο με αλλαγές στη χρήση και τη διαχείριση της γης από τον άνθρωπο (Gaston and Spicer, 2008).

2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1. Αγροοικοσυστήματα

Για τον σαφή προσδιορισμό της έννοιας και δομής ενός αγροοικοσυστήματος καθώς και των διεργασιών που συμβαίνουν μέσα σε αυτό, απαραίτητη είναι η αναφορά εν συντομία της έννοιας του *οικοσυστήματος*.

Έτσι λοιπόν, ως οικοσύστημα ορίζουμε ένα σύστημα οργανισμών που λειτουργεί μαζί με το αβιοτικό του περιβάλλον. Η έννοια αυτή είναι πολύ ευρεία και ελαστική, έτσι που μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιαδήποτε κατάσταση όπου οργανισμοί λειτουργούν μαζί με το περιβάλλον τους με τρόπο που να συντελείται ανταλλαγή ύλης μεταξύ τους, ακόμη και αν αυτό συμβαίνει μόνο για πολύ μικρό χρονικό διάστημα. Υπάρχουν δύο βασικά συστατικά στοιχεία στα οικοσυστήματα: το **αβιοτικό** και το **βιοτικό** στοιχείο. Και τα δύο είναι εξίσου σημαντικά για το οικοσύστημα καθώς χωρίς το ένα από αυτά το σύστημα δεν μπορεί να λειτουργήσει. Όσον αφορά το αβιοτικό στοιχείο, περιλαμβάνει όλους τους παράγοντες του αβιοτικού περιβάλλοντος όπως είναι το *φως*, το *νερό*, τα *θρεπτικά στοιχεία* και το *έδαφος*. Οι περιβαλλοντικοί αυτοί παράγοντες όχι μόνο παρέχουν την αναγκαία ύλη και ενέργεια, αλλά επίσης παίζουν έναν πολύ σημαντικό ρόλο στον καθορισμό των φυτικών και ζωικών ειδών που θα κατοικήσουν σε μια περιοχή. Από την άλλη, το βιοτικό στοιχείο, χωρίζεται στους *παραγωγούς*, που είναι τα φυτά τα οποία είναι ικανά να παράγουν τα ίδια τη τροφή τους (αυτότροφοι οργανισμοί), στους *καταναλωτές* που είναι τα ζώα που τρέφονται από τα φυτά ή άλλα ζώα (ετερότροφοι οργανισμοί) και στους *αποδομητές* ή *αποσυνθέτες*, δηλαδή όλους τους οργανισμούς που υποβοηθούν την αποδόμηση (Emberlin, 1996).

Σε αντιδιαστολή με τα φυσικά οικοσυστήματα, τα αγροοικοσυστήματα ορίζονται ως οικολογικά και κοινωνικοοικονομικά συστήματα συμπεριλαμβανομένων των κοινοτήτων των φυτών και των ζώων που αλληλεπιδρούν με τα φυσικά και τεχνητά περιβάλλοντα που έχουν τροποποιηθεί από τον άνθρωπο για την παραγωγή τροφίμων, φυτικών ινών, ή άλλων γεωργικών προϊόντων για ανθρώπινη κατανάλωση και μεταποίηση. Ωστόσο, τα αγροοικοσυστήματα είναι σημαντικές οικολογικές μονάδες, με ροή και ανακύκλωση των υλικών ενέργειας και όχι απλά μονάδες παραγωγής. Έτσι, η κύρια διαφορά μεταξύ αγροοικοσυστημάτων και φυσικών οικοσυστημάτων είναι η ανθρώπινη συμμετοχή (Zhu et al., 2012).

Για την απλούστευση των πολύπλοκων σχέσεων σε ένα αγροοικοσύστημα, μια θεμελιώδη προσέγγιση είναι να χωριστεί το σύστημα σε ορισμένες μεγάλες διαστάσεις ή στοιχεία. Οι Smit and Smithers (1994) πρότειναν ένα μοντέλο για την περιγραφή της σχέσης μεταξύ των συστατικών ενός αγροοικοσυστήματος. Το μοντέλο εντοπίζει τρεις βασικές διαστάσεις που αποτελούν ένα αγροτικό οικοσύστημα: περιβαλλοντικές, οικονομικές και ανθρώπινες διαστάσεις. Αυτές οι διαστάσεις υπάρχουν στα αγροοικοσυστήματα σε διαφορετικές κλίμακες (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Ταξινόμηση του αγροοικοσυστήματος (Xu and Mage, 2001).

Σύνθεση αγροοικοσυστήματος	Αγροοικοσύστημα και υποσύστημα	Διάσταση αγροοικοσυστήματος
Χωρική οργάνωση	Ανθρώπινο υποσύστημα	Περιβαλλοντική διάσταση (π.χ. έδαφος)
Καλλιέργεια-ζωική παραγωγή	Περιβαλλοντικό υποσύστημα	Οικονομική διάσταση (π.χ. αγορά)
Σύστημα διαχείρισης	Γενικό υποσύστημα	Ανθρώπινη διάσταση (π.χ. αγροτική κοινότητα)

Η δομή ενός αγροοικοσυστήματος αναφέρεται στη σύνθεση και την κατανομή των συστατικών του συστήματος και αλλάζει με τη πάροδο του χρόνου εξαρτώμενη από την επίδραση των διαφόρων παραγόντων τόσο εντός όσο και εκτός του αγροοικοσυστήματος (Xu and Mage, 2001). Σύμφωνα με τους Greaves and Marshall (1987) τα κύρια δομικά στοιχεία ενός αγροοικοσυστήματος είναι τα εξής:

- ✚ **Τα όρια των αγρών (pre-existing boundary):** είναι η έκταση μεταξύ δυο όμορων αγρών ή μεταξύ δυο γαιών με διαφορετική χρήση (Marshall and Moonen, 2002). Τα όρια των αγρών αντιπροσωπεύονται κυρίως από φυτοφράχτες, που αποτελούν ένα σημαντικό χώρο για τη βιοποικιλότητα, καθώς παρέχουν τροφή και καταφύγιο (Vickery et al., 2002).
- ✚ **Οι ακαλλιέργητες λωρίδες (field margin strip):** Χαρακτηρίζεται έτσι κάθε γραμμική ή μη λωρίδα μεταξύ των παρυφών των αγρών και των ορίων τους (Marshall and Moonen, 2002). Συμβάλλουν στην προστασία της πανίδας και χλωρίδας από τις γεωργικές πρακτικές, όπως η εφαρμογή φυτοφαρμάκων, λιπασμάτων και το όργωμα. Επιτρέπουν, επίσης όλο το χρόνο την πρόσβαση των γεωργών για κατεργασία του εδάφους στα τέλη του χειμώνα χωρίς να καταστραφεί η παρακείμενη καλλιέργεια. Είτε έχουν σπαρθεί ή είναι φυσικά αναγεννημένες, μπορούν να στηρίξουν μια μεγάλη ποικιλία ιδιαίτερα πλατύφυλλων αυτοφυών ειδών, παρέχοντας τροφή για τη βιοποικιλότητα και ιδιαίτερα για τα πουλιά για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα του έτους, δεδομένου ότι η ποικιλία των φυτών και των σπόρων δημιουργούνται σε διαφορετικές χρονικές στιγμές (Vickery et al., 2002).
- ✚ **Οι παρυφές των καλλιεργειών (crop edge):** Χαρακτηρίζεται έτσι η εξωτερική λωρίδα γης μήκους λίγων μέτρων, από τον καλλιεργούμενο αγρό (Marshall and Moonen, 2002).
- ✚ **Οι κύριες καλλιεργούμενες εκτάσεις (main crop):** Οι αροτριάες καλλιέργειες αποτελούνται κυρίως από αγρωστώδη, αυτοφυή ή καλλιεργούμενα και πλατύφυλλα είδη (Wilson et al., 2005).

Κάθε περιοχή του αγροοικοσυστήματος που χρησιμοποιείται για τη γεωργική παραγωγή, θεωρείται ένα σύνθετο σύστημα στο οποίο οι οικολογικές διαδικασίες που συναντώνται στο φυσικό περιβάλλον εκδηλώνονται και σε αυτό, όπως ανακύκλωση θρεπτικών, αλληλεπιδράσεις αρπακτικών ζώων/θηραμάτων, ανταγωνισμός και συμβίωση (<http3>). Επίσης, όπως και στα φυσικά οικοσυστήματα, έτσι και στα αγροοικοσυστήματα, η ηλιακή ενέργεια δεσμεύεται από τα φυτά με τη φωτοσύνθεση και μεταφέρεται από τον ένα οργανισμό στον άλλο μέσω της τροφικής αλυσίδας. Σε αντίθεση όμως με τα φυσικά οικοσυστήματα που ως κύρια ενεργειακή πηγή έχουν την ηλιακή ακτινοβολία, στα αγροοικοσυστήματα υπάρχουν και άλλες σημαντικές ενεργειακές εισροές (ανθρώπινη, ζωική και μηχανική εργασία, λιπάσματα και γεωργικά φάρμακα). Η εισροή θρεπτικών στοιχείων σε ένα αγροοικοσύστημα μπορεί να γίνεται με διάφορους τρόπους όπως, από το ίδιο το έδαφος, από τη δέσμευση του ατμοσφαιρικού αζώτου κυρίως στις ρίζες των ψυχανθών, από δέσμευση του ατμοσφαιρικού αζώτου από άλλους μη συμβιωτικούς μικροοργανισμούς, από βροχοπτώσεις ή ρέοντα ύδατα και από λιπάσματα και άλλα υλικά που πέφτουν στο έδαφος. Η εκροή θρεπτικών στοιχείων γίνεται κυρίως με τη δέσμευσή τους από τα φυτά και τα ζώα που στη συνέχεια απομακρύνονται, δηλαδή με τη συγκομιδή της καλλιέργειας (<http1>). Στη συνέχεια παρουσιάζονται συνοπτικά τα κύρια χαρακτηριστικά των αγροοικοσυστημάτων τα οποία είναι:

- ✚ Τα αγροοικοσυστήματα περιλαμβάνουν βοηθητικές πηγές ενέργειας π.χ. ανθρώπινη, ζωική ή καύσιμη, με σκοπό να αυξήσουν την παραγωγικότητα κάποιων συγκεκριμένων οργανισμών
- ✚ Η ποικιλία των οργανισμών που βρίσκονται σε αυτά είναι πολύ μικρή
- ✚ Τα φυτά και τα ζώα που επικρατούν σ' αυτά βρίσκονται κάτω από την επίδραση ανθρωπογενούς τεχνητής επιλογής
- ✚ Οι διαδικασίες σ' αυτά ελέγχονται κυρίως από εξωτερικές τροφοδοτήσεις, και όχι από παράγοντες ανατροφοδότησης του ίδιου του αγροοικοσυστήματος (<http1>)

Οι αλλαγές που επέφερε στα σύγχρονα αγροοικοσυστήματα η βιομηχανοποιημένη γεωργία, τα διαφοροποίησαν σημαντικά από τα φυσικά οικοσυστήματα, τόσο στη δομή όσο και στη λειτουργία τους (Πίνακας 2).

Πίνακας 2. Δομικές και λειτουργικές διαφορές μεταξύ των φυσικών οικοσυστημάτων και των αγροοικοσυστημάτων (http1).

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΑΓΡΟΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑ	ΦΥΣΙΚΟ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑ
- Καθαρή παραγωγικότητα	Υψηλή	Μέτρια
- Τροφική αλυσίδα	Απλή, γραμμική	Πολύπλοκη
- Ποικιλία ειδών	Μικρή	Μεγάλη
- Γενετική ποικιλότητα	Μικρή	Μεγάλη
- Κύκλοι στοιχείων	Ανοιχτοί	Κλειστοί
- Σταθερότητα (αυτορρύθμιση)	Μικρή	Μεγάλη
- Εντροπία	Υψηλή	Χαμηλή
- Ανθρώπινος έλεγχος	Απόλυτος	Όχι απαραίτητος
- Διάρκεια στο χρόνο	Μικρή	Μεγάλη
- Ετερογένεια περιβάλλοντος	Μικρή	Μεγάλη
- Εμφάνιση φαινομένων	Συγχρονισμένη	Εποχιακή
- Επίπεδο εξέλιξης	Ανώριμο σύστημα	Ωριμο οικοσύστημα

2.2. Βιολογική και συμβατική διαχείριση των αγροοικοσυστημάτων

Η επιβίωση των φυτικών και ζωικών ειδών στα αγροοικοσυστήματα δεν εξαρτάται μόνο από τη φυσική επιλογή, αλλά και από τους στόχους της γεωργικής διαχείρισης. Ο απώτερος σκοπός βέβαια της γεωργικής διαχείρισης είναι η λειτουργία των αγροοικοσυστημάτων ως συστημάτων παραγωγής προϊόντων. Η λειτουργία των συστημάτων παραγωγής επιτυγχάνεται με την παρέμβαση σε οικολογικές διεργασίες, δηλαδή με την εφαρμογή διαφόρων καλλιεργητικών πρακτικών. Οι καλλιεργητικές πρακτικές όπως είναι η σπορά, η άροση, η καταπολέμηση αυτοφυών ειδών και παρασίτων, η λίπανση κτλ. συνήθως εφαρμόζονται περιοδικά και είναι προφανές ότι αποτελούν παράγοντες πίεσης για το περιβάλλον και ιδιαίτερα για το έδαφος, που είναι ο άμεσος αποδέκτης των πρακτικών αυτών στις περισσότερες περιπτώσεις (Τσιαφούλη, 2007).

Οι πρακτικές της βιολογικής γεωργίας έχουν συμβάλλει μεταξύ άλλων, στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (Πίνακας 3). Σύμφωνα με Tuomisto et al., (2012), οι πρακτικές της βιολογικής γεωργίας έχουν γενικά θετικές επιδράσεις για το περιβάλλον, συμβάλλουν στη προστασία της βιοποικιλότητας και βελτιώνουν τη ποιότητα του εδάφους (προσθήκες οργανικού υλικού και ανακύκλωση θρεπτικών συστατικών (Tuomisto et al., 2012). Πιο αναλυτικά η βιολογική γεωργία στηρίζεται σε τέσσερις βασικές αρχές:

1. **Υγεία:** η βιολογική γεωργία στοχεύει σε τρόφιμα υψηλής ποιότητας χωρίς τη χρήση ανόργανων λιπασμάτων, συνθετικών παρασιτοκτόνων και φαρμάκων τα οποία έχουν ανεπιθύμητες επιπτώσεις στην υγεία.

2. **Οικολογία:** η βιολογική γεωργία στηρίζει τους κύκλους και την ισορροπία στη φύση, αξιοποιώντας τους τοπικούς πόρους, την ανακύκλωση, την επαναχρησιμοποίηση και την αποτελεσματική διαχείριση των υλικών και της ενέργειας.

3. **Δικαιοσύνη:** η βιολογική γεωργία παρέχει μια καλής ποιότητας ζωή, μείωση της φτώχειας, βελτίωση της ευημερίας των ζώων λαμβάνοντας υπόψη τις μελλοντικές γενεές.

4. **Φροντίδα:** προφύλαξη και ευθύνη πριν από την υιοθέτηση νέων τεχνολογιών εμποδίζοντας τους κινδύνους από απρόβλεπτες τεχνολογίες (Tuomisto et al., 2012).

Στο πλαίσιο των αγροοικοσυστημάτων, οι καλλιέργειες που υφίστανται βιολογική διαχείριση στην πλειοψηφία τους καταλαμβάνουν μικρή έκταση, περιβάλλονται από φυτοφράχτες μεγάλου ύψους και πλάτους και έχουν ακαλλιέργητα περιθώρια με πολλά δένδρα (<http5>). Σε αυτές τις καλλιέργειες εφαρμόζεται ένα σύστημα βιολογικής διαχείρισης και παραγωγής αγροτικών προϊόντων που στηρίζεται σε φυσικές διεργασίες, στην απαγόρευση της χρήσης χημικών συνθετικών λιπασμάτων και γεωργικών φαρμάκων, στη χρησιμοποίηση εναλλακτικών προς τη χημική μέθοδο αντιμετώπισης εχθρών, ασθενειών και αυτοφυών ειδών καθώς και τεχνικών παραγωγής (<http4>).

Πίνακας 3. Γεωργικές πρακτικές που χαρακτηρίζουν τα βιολογικά συστήματα διαχείρισης και οι πιθανές επιδράσεις τους στη βιοποικιλότητα (Hole et al., 2005).

Απαγόρευση / μείωση της χρήσης των χημικών φυτοφαρμάκων	Τα βιολογικά συστήματα βασίζονται σε μια σειρά από πρακτικές π.χ. βιολογικός έλεγχος, αμειψισπορά, μηχανική καταπολέμηση των αυτοφυών ειδών, διαχείριση φυτών και παρασίτων που αποφεύγει τις άμεσες και έμμεσες επιπτώσεις των φυτοφαρμάκων ιδιαίτερα σε οργανισμούς μη στόχους, αποφυγή χρήσης ζιζανιοκτόνων που αποτελεί σημαντικό παράγοντα για τις μειώσεις πολλών φυτικών ειδών π.χ. <i>Ranunculus arvensis</i> και <i>Papaver argemone</i> , κοινοτήτων ασπόνδυλων συμπεριλαμβανομένων των γαιοσκωλήκων, σε πεταλούδες και αρθρόποδα και είδη πτηνών π.χ. <i>Perdix perdix</i> , <i>Emberiza citrinella</i> λόγω της μείωσης δύο πηγών τροφής που
---	--

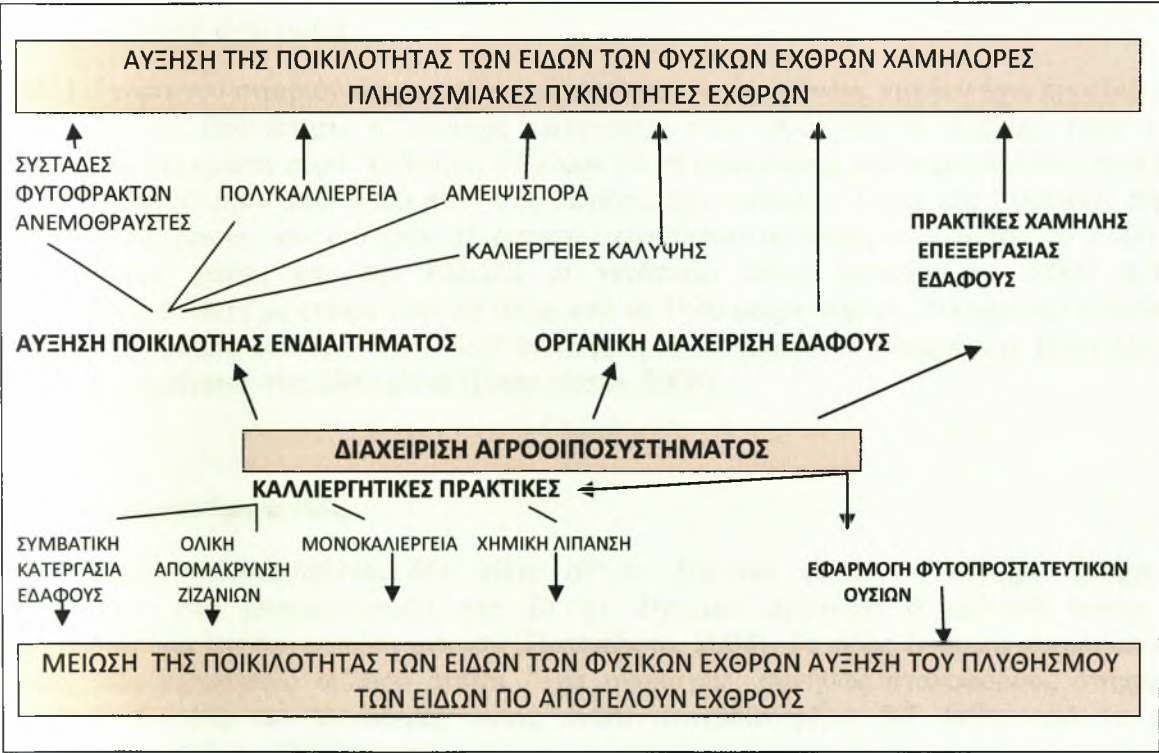
	είναι οι σπόροι των φυτών και τα ασπόνδυλα και πιθανόν έχει αρνητική επίπτωση στα θηλαστικά, όπως <i>Sorex araneus</i> , <i>Apodemus sylvaticus</i> και <i>Meles meles</i> .
Απαγόρευση της χρήσης ανόργανων λιπασμάτων	Τα βιολογικά συστήματα βασίζονται σε μια σειρά από πρακτικές π.χ. κοπριά των ζώων, χλωρή λίπανση, αμειψισπορά για την ενίσχυση της γονιμότητας του εδάφους κάτι που αποτρέπει τις δυσμενείς συνέπειες για την βιοποικιλότητα οι οποίες προκύπτουν από τα υψηλά επίπεδα των ανόργανων λιπασμάτων. Επίσης με τη χρήση λιπασμάτων μεταβάλλεται το μικροκλίμα του εδάφους με αρνητικές συνέπειες για τα ασπόνδυλα και κατ'έκταση για τα πουλιά π.χ. <i>Vanellus Vnellus</i> , <i>Alauda arvensis</i> , λόγω του περιορισμού της τροφής.
Μηχανική καταπολέμηση αυτοφυών ειδών	Συνεπάγεται το τσάπισμα ή τη χρήση φρέζας σε όλη την επιφάνεια του εδάφους για την απομάκρυνση αυτοφυών ειδών. Συχνά λιγότερο αποτελεσματικό από τη χρήση ζιζανιοκτόνων και συμβάλλει στη μεγαλύτερη αφθονία της χλωρίδας σε καλλιεργήσιμες εκτάσεις ευνοώντας έμμεσα υψηλότερες πυκνότητες αρθροπόδων. Μπορεί να είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικό υπό ορισμένες συνθήκες όμως η εκτενή χρήση δυνητικά μπορεί να οδηγήσει σε μια πιο φτωχή χλωρίδα αυτοφυών ειδών. Επίσης μπορεί να προκαλέσει υψηλή θνησιμότητα μεταξύ αυγών και νεοσσών πουλιών που φωλιάζουν στο έδαφος
Χρήση ζωικής κόπρου και εφαρμογή χλωρής λίπανσης	Τα ζωικά απόβλητα και η χλωρή λίπανση χρησιμοποιείται για την αντικατάσταση του αζώτου και άλλων στοιχείων ώστε να δημιουργήσει εδάφη πλούσια σε οργανική ύλη. Σε γενικές γραμμές στηρίζει μια μεγάλη αφθονία ασπόνδυλων που βασίζονται σε φυτική ύλη ως πηγή τροφής π.χ. γαιοσκώληκες. Μπορεί να οδηγήσει όμως και σε ανεπαρκή εισροή αζώτου σε βιολογικά συστήματα που συνεπάγεται σε περιορισμένη ανάπτυξη αυτοφυών ειδών και επομένως ενός δυσμενούς μικροκλίματος για τα ασπόνδυλα.
Ελαχιστοποίηση της κατεργασίας του εδάφους	Περιλαμβάνει τη χρήση των δίσκων ή των δοντιών που διαταράσσει την επιφάνεια του εδάφους. Αποφεύγονται οι αρνητικές συνέπειες της αναστροφής του οργώματος (φυσική καταστροφή, αφυδάτωση, εξάντληση της τροφής και αυξημένη έκθεση στα αρπακτικά) στους πληθυσμούς των ασπόνδυλων π.χ. γαιοσκώληκες, σε αράχνες, <i>Collembola</i> και άλλη μικροπανίδα. Μπορεί να επηρεάσει αρνητικά τα Carabidae που συχνά βρίσκονται σε μεγαλύτερη αφθονία στις οργωμένες

	εκτάσεις. Το ελάχιστο όργωμα τείνει να ευνοεί ετήσια αυτοφυή είδη ενώ πολυετή πλατύφυλλα είδη είναι πιο συχνά σε οργωμένες εκτάσεις ως αποτέλεσμα τη διακύμανση της μακροζωίας του σπόρου και της βλάστησης. Το ελάχιστο όργωμα μπορεί να ωφελήσει τις κοινότητες των πτηνών.
Διατήρηση ορίων αγροτεμαχίων, διαχείριση φυτοφραχτών, λωρίδες ακαλλιέργειας	Υποστηρίζει μεγαλύτερη ποικιλομορφία ασπόνδυλων. Παρέχει χώρους διαχείμασης και καταφύγια. Υποστηρίζει μεγάλη ποικιλομορφία χλωρίδας. Παρέχει φώλιασμα και τροφή για τα πουλιά και μία ποικιλία μικρών θηλαστικών. Μεγαλύτερο πλάτος και δομική ποικιλομορφία.
Μικρή επιφάνεια αγροτεμαχίων	Μεγαλύτερη στήριξη της βιοποικιλότητας ανά μονάδα επιφάνειας αφθονία και ποικιλία οργανισμών όπως Carabidae, αράχνες, λαγούς και χλωρίδα.
Ανοιξιάτικη καλλιέργεια δημητριακών	Η καθυστερημένη σπορά των δημητριακών την άνοιξης συνεπάγεται μειωμένη αναπαραγωγή και τροφή για ορισμένα είδη πουλιών. Η σπορά την Άνοιξη επιτρέπει ετήσια ζιζάνια να φυτρώσουν παρέχει όμως λιγότερη τροφή τον χειμώνα ιδιαίτερα για τα πουλιά που τρέφονται με σπόρους.
Αμειψισπορά(χειμερινά ψυχανθή, καρποδοτικά ή χορτοδοτικά)	Χρησιμοποιείται κυρίως για τον έλεγχο των αυτοφυών ειδών και άλλων παρασίτων και ασθενειών, για την ενίσχυση της γονιμότητας του εδάφους μέσω της ένταξης της ψυχανθών. Ενισχύει σημαντικά τους πληθυσμούς των πεταλούδων και ασπόνδυλων. Αυξάνει τη ποικιλομορφία των καλλιεργειών.
Μικτές γεωργοκτηνοτροφικές δραστηριότητες	Η εμφάνιση της καλλιεργήσιμων εκτάσεων σε στενή επαφή με ποιμαντικά στοιχεία είναι πιθανό να έχει σημαντικά οφέλη για τη βιοποικιλότητα σε ένα ευρύ φάσμα taxa ενώ αυξάνει την ετερογένεια των ενδιαιτημάτων σε πολλαπλές χωρικές και χρονικές κλίμακες.

Σε αντιδιαστολή με τις βιολογικές καλλιέργειες, στις συμβατικές καλλιέργειες λαμβάνουν χώρα καλλιεργητικές πρακτικές που στηρίζονται στην ευρεία χρήση αγροχημικών (λιπασμάτων, φυτοφαρμάκων και ζιζανιοκτόνων), στην εντατικοποίηση των καλλιεργητικών μεθόδων, στην έντονη εκμηχάνιση και στην μονοκαλλιέργεια (Σχήμα 1). Όλα αυτά χαρακτηρίζουν τη συμβατική γεωργία, η οποία διακρίνεται από τις αυξημένες και συνεχείς εισροές (λιπάσματα, φυτοπροστατευτικές ουσίες) καθώς και τη μεγάλη κατανάλωση ενέργειας. Ταυτόχρονα, ο συμβατικός τρόπος διαχείρισης εξαντλεί το έδαφος, καταστρέφει τη φυσική του δομή και το καθιστά σχεδόν αδρανές. Οι υπερβολικές έως πολύ υψηλές πολλές φορές δόσεις αγροχημικών έχουν σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση καταλοίπων σε υψηλά επίπεδα στα προϊόντα ή σημαντικό μέρος αυτών καταλήγει στα επιφανειακά και τα υπόγεια ύδατα (κυρίως τα λιπάσματα), με συνέπεια την αύξηση των νιτρικών ιόντων (NO3⁻) ή τη δημιουργία ευτροφισμού (Πίνακας 4) (Στεφανάκης, 2006).

Πίνακας 4. Χαρακτηρισμός διεργασιών στη συμβατική γεωργία (Chauhan et al., 2012).

Διεργασίες	Χαρακτηρισμός
Διατάραξη εδάφους	Υψηλή
Επιφάνεια εδάφους	Γυμνή επιφάνεια
Διάβρωση	Υψηλοί άνεμοι και διάβρωση του εδάφους
Διήθηση του νερού	Χαμηλή
Αυτοφυή είδη	Θάνατος εγκατεστημένων αυτοφυών ειδών αλλά και αναστολή βλάστησης σπόρων
Χρήση πετρελαίου και κόστος	Υψηλή
Κόστος παραγωγής	Υψηλό
Απόδοση	Μπορεί να είναι χαμηλότερη όπου η φύτευση καθυστερεί



Σχήμα 1. Σχηματική απεικόνιση της βιολογικής και συμβατικής διαχείρισης του αγροικοσυστήματος (Στεφανάκης, 2006).

2.3. Σιτηρά

Από το σύνολο των φυτικών ειδών μόνον 50 περίπου καλλιεργούνται παγκοσμίως συστηματικά για την παραγωγή προϊόντων, ενώ πολύ λιγότερα από αυτά, 17 είδη, καλύπτουν τις διατροφικές ανάγκες του ανθρώπου άμεσα, ή έμμεσα μέσω των ζωοτροφών και των ζωοκομικών προϊόντων και καταλαμβάνουν περίπου το 17% του συνόλου των καλλιεργούμενων εκτάσεων της γης. Σε αυτά περιλαμβάνονται και τα σιτηρά τα οποία ανήκουν στην οικογένεια Poaceae (Παπακώστα, 2008). Καλλιεργούνται κυρίως για τους αμυλούχους καρπούς τους και δευτερευόντως για παραγωγή χόρτου. Οι καρποί των σιτηρών αποτελούν τη σπουδαιότερη πηγή συμπυκνωμένων υδατανθρακούχων τροφών για τον άνθρωπο και τα ζώα (Σφήκας, 1987). Η έκταση που καταλαμβάνουν τα σιτηρά σήμερα στη χώρα μας αντιστοιχεί στο 60 % περίπου των εκτάσεων που καλλιεργούνται με φυτά μεγάλης καλλιέργειας ή αροτριάιες καλλιέργειες (Παπακώστα, 2008).

Τα σιτηρά διακρίνονται με κριτήριο την εποχή σποράς τους σε χειμερινά (σιτάρι, κριθάρι, βρώμη, σίκαλη) που κατάγονται από την εύκρατη ζώνη και σε εαρινά (αραβόσιτος, ρύζι, σόργο, κεχρί) που έχουν τροπική προέλευση και συνεπώς ευδοκούν σε θερμότερα κλίματα (Σφήκας, 1987). Τα χειμερινά σιτηρά καταλαμβάνουν περίπου το 80% των καλλιεργούμενων εκτάσεων με σιτηρά γιατί αξιοποιούν τις μη αρδευόμενες εκτάσεις στις οποίες δεν είναι δυνατόν να καλλιεργηθούν ανοξιότιμες καλλιέργειες, λόγω των περιορισμένων βροχοπτώσεων κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Η μεγάλη τους σημασία επίσης οφείλεται στην ικανότητά τους να αξιοποιούν φτωχές, άγονες και ορεινές εκτάσεις, όπου καμία άλλη καλλιέργεια δεν θα μπορούσε να αποδώσει οικονομικά (Παπακώστα, 2008).

2.3.1. Ιστορική αναδρομή

Η καλλιέργεια του σιταριού άρχισε από τους προϊστορικούς χρόνους και δεν έχει προσδιορισθεί μέχρι σήμερα με βεβαιότητα η περιοχή καταγωγής του, ούτε και η περιοχή στην οποία καλλιεργήθηκε για πρώτη φορά. Ενδείξεις δείχνουν ότι οι διπλοειδείς και τετραπλοειδείς γενότυποι πρωτοεμφανίστηκαν πριν από 8.000 π.Χ. στις λεκάνες των ποταμών Τίγρη και Ευφράτη, σήμερα στις περιοχές της Συρίας και του Ιράκ. Πρωτοκαλλιεργήθηκαν σε αυτές τις περιοχές το 7.000 π.Χ. Στις Βαλκανικές χώρες και την Ελλάδα οι γενότυποι αυτοί έφτασαν το 5.000 π.Χ. Η καλλιεργούμενη έκταση με σιτάρι στην Ελλάδα, από το 1940 μέχρι σήμερα, διατηρείται σχεδόν στα ίδια επίπεδα (με μικρές διακυμάνσεις), 8-10 εκατομμύρια στρέμματα ετησίως και η μέση απόδοση του σιταριού κυμαίνεται στα 230 kg/στρ (Παπακώστα, 2008).

2.3.2. Καλλιεργούμενα είδη

Στην Ελλάδα καλλιεργούνται δύο είδη: α) το *Triticum durum* ή σκληρό σιτάρι που χρησιμοποιείται στη μακαρονοποιία και β) το *Triticum aestivum* ή μαλακό σιτάρι που χρησιμοποιείται για την παρασκευή ψωμιού (Παπακώστα, 2008). Το είδος *Triticum durum* αποτελεί το κυρίως καλλιεργούμενο σκληρό σιτάρι. Έχει συμπαγείς, συνήθως αγανοφόρους στάχεις, με πλατυσμένες πλευρές και στενότερες όψεις. Κάθε σταχύδιο φέρει 5-7 άνθη, από τα οποία παράγονται 2-4 σπόροι. Η τομή του κόκκου παρουσιάζει όψη γυαλιστερή λόγω της μεγάλης περιεκτικότητας σε αλευρόκοκκους. Αποτελεί το πλέον κοσμοπολιτικό είδος και καλλιεργείται κυρίως στην Β.Αμερική, Ρωσία, Ινδία, Παραμεσόγειες χώρες κλπ. (Σφήκας, 1987). Το είδος *Triticum aestivum* είναι από τα πιο παλιά σιτάρια, για το οποίο υπάρχουν ευρήματα σε λιμναίους οικισμούς. Κάθε σταχύδιο φέρει 5-9 άνθη, που δίνουν 3-4 σπόρους. Αποτελεί το πιο διαδεδομένο μαλακό σιτάρι και έχει χιλιάδες ποικιλίες (Σφήκας, 1987).

2.3.3. Βοτανική περιγραφή

Το σιτάρι ανήκει στο γένος *Triticum*. Το ριζικό του σύστημα είναι θυσσανώδες. Ο βλαστός του ονομάζεται καλάμι. Είναι κυλινδρικός και αποτελείται από μεσογονάτια διαστήματα, ως επί το πλείστον κενά στο εσωτερικό τους κατά την ωρίμανση και από συμπαγή γόνατα ή κόμβους. Το ύψος του σιταριού κυμαίνεται από 60 cm έως 150 cm ενώ η διάμετρος από 3 cm έως 10 cm . Τα φύλλα του αποτελούνται από δύο κύρια τμήματα, τον κολεό και το έλασμα. Στο σημείο που ενώνεται το έλασμα του φύλλου με τον κολεό διακρίνονται δύο εξαρτήματα, το γλωσσίδιο και τα ωτίδια. Το σιτάρι έχει μέτρια ωτίδια και μέτριο γλωσσίδιο. Η ταξιανθία είναι στάχυς, ο οποίος αποτελείται από πολλά σταχύδια τοποθετημένα εναλλάξ επάνω στη ράχη. Σε κάθε θέση υπάρχει ένα σταχύδιο. Κάθε σταχύδιο αποτελείται από 2-9 ανθίδια εκ των οποίων το ένα ή τα δύο ανώτερα είναι στείρα. Συνήθως σε κάθε σταχύδιο παράγονται 2 έως 3 καρποί (Παπακώστα, 2008).



Εικόνα 1. Σιτάρι

2.3.4 Οικολογικές απαιτήσεις

Το σιτάρι αποτελεί καλλιέργεια των εύκρατων και ψυχρών κλιμάτων με διάφορη προσαρμογή ιδίως ως προς την αντοχή του στις χαμηλές θερμοκρασίες (Σφήκας, 1987). Παρόλο που το σιτάρι μπορεί να καλλιεργηθεί σε ποικιλία εδαφών, τις υψηλότερες αποδόσεις δίνει σε γόνιμα, βαθιά, καλώς στραγγιζόμενα, ιλυοπηλώδη ή αργιλοπηλώδη εδάφη (Παπακώστα, 2008).

2.3.5 Καλλιεργητική τεχνική

Μια από τις καλλιεργητικές τεχνικές που χρησιμοποιείται στην καλλιέργεια του σιταριού αποτελεί η αμειψισπορά, η οποία ορίζεται ως η συστηματική εναλλαγή των καλλιεργειών στο ίδιο χωράφι και βοηθάει στη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους, την καλύτερη αξιοποίηση του νερού και των θρεπτικών στοιχείων, τον έλεγχο των εχθρών, ασθενειών, αυτοφυών ειδών και στη σταθεροποίηση των αποδόσεων. Στην Ελλάδα οι καλλιέργειες που επιλέγονται για αμειψισπορά με χειμερινά σιτηρά είναι τα χειμερινά ψυχανθή, καρποδοτικά ή χορτοδοτικά και ορισμένα ελαιοδοτικά (Παπακώστα, 2008).

Μια άλλη καλλιεργητική τεχνική είναι η κατεργασία του εδάφους. Ο αριθμός και το βάθος των οργωμάτων, καθώς και η εποχή που γίνονται αυτά, με σκοπό την προετοιμασία των αγρών για

σπορά, καθορίζονται κυρίως από την προηγούμενη καλλιέργεια, την ύπαρξη αυτοφυών ειδών και την υγρασιακή κατάσταση του εδάφους. Το πρώτο όργωμα γίνεται συνήθως μετά τις πρώτες φθινοπωρινές βροχές. Μπορεί στη συνέχεια να γίνει ένα ενδιάμεσο όργωμα ή μόνο το όργωμα της σποράς, επίσης δισκοσβάρνισμα αν χρειάζεται, σπανίως κυλίνδρισμα και ακολουθεί η σπορά (Σφήκας, 1987). Η σπορά του σιταριού στην Ελλάδα γίνεται κατά κανόνα τους μήνες Οκτώβριο-Νοέμβριο, σε γραμμές με τη βοήθεια σπαρτικών μηχανών και σε ποσότητα που κυμαίνεται από 10-25 Kg/στρέμμα (Παπακώστα, 2008). Μια πολύ σημαντική καλλιεργητική πρακτική είναι και η λίπανση. Για τη καλλιέργεια σιταριού η εφαρμογή της λίπανσης γίνεται τμηματικά. Μια ποσότητα αζώτου και όλος ο φώσφορος πριν τη σπορά (βασική λίπανση) και το υπόλοιπο άζωτο στο τέλος του χειμώνα ή αρχές της άνοιξης, στα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών (επιφανειακή λίπανση). Η βασική λίπανση ενσωματώνεται με τις καλλιεργητικές εργασίες προετοιμασίας του εδάφους για τη σπορά. Το άζωτο στη βασική λίπανση χορηγείται σε αμμωνιακή μορφή ώστε να μην εκπλύνεται εύκολα με τις βροχές του χειμώνα. Στην επιφανειακή λίπανση συνιστάται συνδυασμός νιτρικής και αμμωνιακής μορφής, ώστε ένα μέρος να είναι αμέσως διαθέσιμο για πρόσληψη από τα φυτά την περίοδο που έχουν τις μεγαλύτερες ανάγκες και η νιτροποίηση λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών είναι σχετικά περιορισμένη. Στην Ελλάδα συνήθως σαν βασικό απλό αζωτούχο λίπασμα χρησιμοποιείται η θειική αμμωνία και σαν σύνθετο φωσφόρου και αζώτου διάφοροι τύποι φωσφορικής αμμωνίας. Σαν απλό φωσφορικό λίπασμα χρησιμοποιείται το αραιό φωσφορικό. Στην επιφανειακή λίπανση συνήθως εφαρμόζεται νιτρική αμμωνία. Η συνιστώμενη ποσότητα αζώτου είναι 10-15Kg /στρέμμα, φωσφόρου 6 Kg/στρέμμα και καλίου, το οποίο στις περισσότερες περιπτώσεις δεν χρειάζεται διότι τα ελληνικά εδάφη είναι πλούσια σε κάλιο (Παπακώστα, 2008).

2.4. Αυτοφυή είδη σε καλλιεργούμενες εκτάσεις με σιτηρά

Η αυτοφυής χλωρίδα έχει αποτελέσει μέρος του πολιτισμού από τότε που άρχισε να καταγράφεται η ιστορία. Πολλά αρχαία κείμενα μιλούν για ανθρώπους που πολεμούν αυτοφυή είδη στις φυτικές καλλιέργειες (Herren, 2000). Αποτελούν όμως βασικό συστατικό του αγροτικού οικοσυστήματος και διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη διατήρηση των υπηρεσιών που παρέχουν τα οικοσυστήματα, καθώς υποστηρίζουν μια μεγάλη πυκνότητα και ποικιλία της άγριας ζωής. Η κυρίαρχη χρήση των φυτοφαρμάκων (ζιζανιοκτόνα, μυκητοκτόνα, εντομοκτόνα), ρυθμιστές ανάπτυξης φυτών και άλλων αγροχημικών στην σύγχρονη εντατική γεωργία συμβάλλει στη μείωση πολλών ειδών (Navntoft et al, 2009).

Σωστή αναγνώριση και γνώσεις της βιολογίας αυτών των ειδών είναι βασικές προϋποθέσεις για την αποτελεσματική αντιμετώπισή τους. Έτσι λοιπόν, τα αυτοφυή είδη ταξινομούνται με βάση διάφορα κριτήρια όπως: το είδος του φυτού βοτανικά (Μονοκοτυλήδονα, Δικοτυλήδονα), τη μορφολογία του φύλλου (Πλατύφυλλα και αγρωστώδη), τις καλλιέργειες στις οποίες τα απαντάμε (σιτηρών, καπνού, βαμβακιού κ.λπ.), τις εδαφολογικές τους απαιτήσεις (θερμών ή ψυχρών περιοχών, αλκαλικών ή όξινων εδαφών, λειμώνων, βοσκοτόπων ή χωραφιών), τη φυσιολογία (τύπου C4 όπως κύπερη, βέλιουρας ή τύπου C3 όπως λουβουδιά, σινάπι). Η πιο πρακτική όμως ταξινόμηση είναι αυτή με βάση τη διάρκεια της ζωής τους όπου διακρίνονται σε μονοετή, διετή και πολυετή. Τα μονοετή είδη ζουν ένα ή λιγότερο από ένα χρόνο. Αυτά με τη σειρά τους διακρίνονται σε μονοετή ανοιξιάτικά (βλαστάνουν την άνοιξη, μεγαλώνουν κυρίως το καλοκαίρι και πεθαίνουν το φθινόπωρο αφού πρώτα σποροποιήσουν) και μονοετή χειμωνιάτικά (βλαστάνουν το φθινόπωρο ή το χειμώνα, μεγαλώνουν κυρίως την άνοιξη και σποροποιούν αργά την άνοιξη και κυρίως το καλοκαίρι), τα οποία διακρίνονται σε πλατύφυλλα και αγρωστώδη. Τα διετή είδη ζουν περισσότερο από ένα χρόνο αλλά λιγότερο από δύο χρόνια. Τον πρώτο χρόνο μεγαλώνουν και αποθηκεύουν τροφές και το δεύτερο χρόνο συμπληρώνουν την ανάπτυξή τους, ανθίζουν, σποροποιούν και πεθαίνουν. Τέλος τα πολυετή ζουν τρία ή περισσότερα χρόνια (Λόλας, 2007).

Τα κυριότερα αυτοφυή είδη που συναντάμε σε χειμερινά σιτηρά είναι από τα αγρωστώδη η αγριοβρώμη (*Avena sp.*), η αλεπουρά (*Alopecurus myosuroides*), η ήρα (*Lolium sp.*), βρόμος (*Bromus sp.*), μίλιο (*Milium vernale*) και η φάλαρη (*Phalaris sp.*), ενώ από τα πλατύφυλλα είναι ο αγριοβίκος (*Vicia sp.*), το σινάπι (*Sinapis arvensis*), το γαιδουράγκαθο (*Carduus nutans*), το κενταύριο (*Centaurea cyanus*), η αγριομαργαρίτα (*Chrysanthemum segetum*), η παπαρούνα (*Papaver rhoeas*), η βερόνικα (*Veronica sp.*), το καπνόχορτο (*Fumaria officinalis*), η κολλητσίδα (*Gallium sp.*), η μπιφόρα (*Bifora radians*), το πολυκόμπι (*Polygonum aviculare*), το χαμομήλι (*Chamomila recutita*), η καψέλα (*Capsella bursa-pastoris*), το κίρσιο (*Cirsium arvense*) και το αναρριχώμενο πολύγονο (*Bilderdykia convolvulus*) (Λόλας, 2007).

Παράγοντες που επηρεάζουν την σύνθεση και την ποικιλομορφία της κοινότητας των αυτοφυών ειδών είναι:

- ✚ οι γεωργικές πρακτικές
- ✚ η δομή του τοπίου
- ✚ το είδος των καλλιεργειών
- ✚ τα βασικά είδη ζιζανιοκτόνων και λιπασμάτων
- ✚ η παρούσα καλλιέργεια
- ✚ το μέγεθος της καλλιέργειας (ο πλούτος και η ποικιλομορφία ειδών τείνει να είναι σημαντικά υψηλότερα σε μικρότερες εκτάσεις με χειμερινό σιτάρι)
- ✚ η διαδοχή των καλλιεργειών
- ✚ τα συστήματα άρωσης (Gaba et al., 2010)
- ✚ τα φυτοφάγα ζώα, όπως πουλιά, μικρά θηλαστικά και ασπόνδυλα, τα οποία μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά την ανάπτυξη του πληθυσμού των φυτικών ειδών (Fischer et al., 2011)
- ✚ η ανθεκτικότητα ορισμένων φυτικών ειδών σε ζιζανιοκτόνα ιδιαίτερα τα αγρωστώδη είδη *Avena sterilis* και *Lolium Rigidum* (Romero et al., 2008). Επιπλέον, η υψηλότερη σχετική κάλυψη των πλατύφυλλων ειδών σε οργανικές εκτάσεις, σε αντίθεση με τις συμβατικές δείχνει ότι τα πλατύφυλλα είδη είναι λιγότερο σε θέση να ανεχθούν τα εντατικά μέτρα ελέγχου (Romero et al., 2008)
- ✚ η ηλικία είναι ένας σημαντικός παράγοντας που εξηγεί περίπου το 8-10% της μεταβολής της σύνθεσης και ποικιλομορφίας της χλωρίδας (Cordeau et al., 2010)

Οι παραπάνω παράγοντες εξηγούν την εμφάνιση σε εκτάσεις βιολογικής διαχείρισης, ειδών όπως *Galeopsis angustifolia*, *Spergula arvensis*, *Centaurea cyanus*, *Ranunculus arvensis* (Hole et al., 2005), *Portulaca oleracea*., *Amaranthus retroflexus*. και *Chenopodium album*, τα οποία είναι ανταγωνιστικά αυτοφυή είδη (Graziani, et al., 2012). Αντίστοιχα σε εκτάσεις εντατικής διαχείρισης είδη όπως *Anisantha diandra*, *Alopecurus myosuroides* και *Galium aparine* (Hole et al., 2005)., *Viola arvensis*, *Stellaria media* και *Elymus repens* είναι πολύ κυρίαρχα (Hynönen et al., 2003). Ένας ακόμη παράγοντας που καθορίζει τη σύνθεση και ποικιλομορφία της αυτοφυούς χλωρίδας είναι ο χρόνος βλάστησης. Το είδος *Viola arvensis* είναι ανθεκτικό και συναντάται σε μεγάλη αφθονία. Ωστόσο, η ημερομηνία βλάστησης συνεπάγεται αργότερα από ό, τι εκείνη των άλλων μονοετών ανοιξιότικων ειδών.

Ο έλεγχος των αυτοφυών ειδών γίνεται κυρίως με καλλιεργητικά μέτρα και με ζιζανιοκτόνα. Τα καλλιεργητικά μέτρα ελέγχου εφαρμόζονται σε εκτάσεις βιολογικής καλλιέργειας σιτηρών ώστε να φτάσουν σ' ένα επίπεδο όπου δεν θα δημιουργούν ανταγωνισμό (http6). Τα κυριότερα από αυτά αναγράφονται στο πίνακα 5.

Πίνακας 5. Καλλιεργητικά μέτρα ελέγχου (Παπακώστα, 2008).

- ✚ χρησιμοποίηση καθαρού σπόρου σιτηρών
- ✚ η εφαρμογή αμειψισποράς κυρίως με είδη διαφορετικού βιολογικού κύκλου
- ✚ μεικτή καλλιέργεια (συγκαλλιέργεια)
- ✚ η ρύθμιση του χρόνου σποράς (πρώιμη)
- ✚ η πυκνή σπορά
- ✚ η χρησιμοποίηση ανταγωνιστικών ποικιλιών

Η χρήση ζιζανιοκτόνων έχει γίνει αναπόσπαστο μέρος της σύγχρονης γεωργίας. Τα ζιζανιοκτόνα προσφέρουν μεγάλη ευελιξία, λειτουργία, αποτελεσματικότητα και αποδοτικότητα σε σύγκριση με οποιαδήποτε άλλη μέθοδο διαχείρισης των αυτοφυών ειδών (Chauhan et al., 2012). Τα περισσότερα είναι κατάλληλα για καταπολέμηση μόνων αγρωστωδών ή πλατύφυλλων αυτοφυών ειδών, ενώ λίγα καταπολεμούν συγχρόνως ορισμένα αγρωστώδη και πλατύφυλλα. Η εφαρμογή τους γίνεται προφυτρωτικά της καλλιέργειας ή συνηθέστερα μεταφυτρωτικά σε στάδιο του φυτού που καθορίζεται από το είδος του ζιζανιοκτόνου (Παπακώστα, 2008). Η εφαρμογή ζιζανιοκτόνου έγινε δημοφιλής σε πολλά μέρη του κόσμου, κυρίως επειδή απαιτεί λιγότερη ανθρώπινη προσπάθεια, μπορεί να αντιμετωπίσει δυσκολοεξόντωτα είδη και επιτρέπει την ευελιξία στη διαχείριση των φυτών. Παρ' όλα αυτά, συνεχείς χρήσεις ενός ενιαίου ζιζανιοκτόνου επί μακρό χρονικό διάστημα μπορεί να οδηγήσει στην ανάπτυξη ανθεκτικών βιοτύπων, μετατοπίσεις της χλωρίδας καθώς και αρνητικές συνέπειες για την επόμενη καλλιέργεια και το περιβάλλον (Chauhan et al., 2012).

Η εξαφάνιση ή και ο περιορισμός κάποιου φυτικού είδους σε ένα αγροοικοσύστημα αποτελεί την απαρχή από σοβαρές αλυσιδωτές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Υπάρχει σημαντική εξάρτηση της ισορροπίας μεταξύ οικοσυστήματος και χλωρίδας (δηλαδή τους πρωτογενείς συνθέτες). Σε οποιοδήποτε οικοσύστημα κάθε διακοπή, όπως με την εξαφάνιση ενός είδους, δηλαδή «σπάσιμο» μιας τροφικής αλυσίδας, διαταράσσει πολλές φορές ανεπανόρθωτα την ισορροπία του. Εδώ μπορεί να πει κανείς πως αν δεν υπήρχε η χλωρίδα δεν θα μπορούσαν να επιβιώσουν διάφορα φυτοφάγα ζώα που με τη σειρά τους είναι απαραίτητα για την επιβίωση των σαρκοφάγων ζώων καθώς και του ίδιου του ανθρώπου. Χάρη στην χλωρίδα η άγρια ζωή εξασφαλίζει την τροφή, τη στέγη και την προστασία της (Λόλας, 2007).

2.5 Εδαφική τράπεζα σπόρων αυτοφυών ειδών

Όταν οι ώριμοι σπόροι πέσουν από το μητρικό φυτό μέσω της διασποράς στην επιφάνεια του εδάφους, τότε λαμβάνει χώρα είτε αμέσως η φύτευσή τους είτε καθυστερεί για κάποιο χρονικό διάστημα. Στο διάστημα αυτό οι σπόροι είτε επάνω είτε μέσα στο έδαφος σχηματίζουν την εδαφική τράπεζα σπόρων, από την οποία φεύγουν ή με το φύτευμα ή με το θάνατο. Η εδαφική τράπεζα σπόρων παρέχει μια μνήμη της παρελθοντικής βλάστησης και αντανακλά τη δομή των μελλοντικών πληθυσμών. Ως εκ τούτου, εφόσον εκπροσωπούνται επαρκώς όλα τα είδη στην εδαφική τράπεζα σπόρων, αυτή έχει ζωτική σημασία για την μακροχρόνια επιβίωση των ειδών και των φυτοκοινοτήτων (Χαϊδευτού, 2010).

Η εκτίμηση της εδαφικής τράπεζας σπόρων είναι χρήσιμη ώστε να διαπιστωθούν οι επιπτώσεις της εντατικοποίησης της γεωργίας στη χλωρίδα, καθώς είναι το αποτέλεσμα των διεργασιών που συνέβησαν στο παρελθόν. Οι αλλαγές του πλούτου των αυτοφυών ειδών και της σύνθεσης της τράπεζας σπόρων οφείλονται κατά κύριο λόγο στην ένταση χρήσης της γης (Armengot et al., 2011). Η σημασία της διερεύνησης της χλωριδικής σύνθεσης της εδαφικής τράπεζας σπόρων

περικλείεται στη δομή της, που είναι το αποτέλεσμα της διαφορετικής στρατηγικής επιβίωσης του κάθε φυτικού είδους. Γενικά, η εδαφική τράπεζα σπόρων περιλαμβάνει όλους τους σπόρους που υπάρχουν με φυσικό τρόπο, έχουν μεταβολισμό ανεξάρτητο από το μητρικό φυτό και είναι βιώσιμοι (ικανοί να φυτρώνουν ή δυνητικά ικανοί να φυτρώσουν στο μέλλον).

Η εδαφική τράπεζα σπόρων ταξινομείται σε τρεις βασικές κατηγορίες: 1) την **παροδική** η οποία παραμένει μέσα στο έδαφος για χρονικό διάστημα μικρότερο του ενός έτους (Χαϊδευτού, 2010). Τα είδη, όπως *Avena fatua*, *Alopecurus myosuroides*, *Galium aparine*, *Lapsana communis*, *Matricaria perforata*, *Centaurea cyanus*, ανήκουν σε αυτή τη κατηγορία με ένα ποσοστό μείωσης γύρω στο 80% (http7) 2) Τη **βραχύβια μόνιμη** η οποία παραμένει μέσα στο έδαφος για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο του ενός έτους και μικρότερο των πέντε ετών και 3) τη **μακρόβια μόνιμη** η οποία παραμένει μέσα στο έδαφος για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο από πέντε έτη (Χαϊδευτού, 2010). Τα είδη *Chenopodium album*, *Sinapis arvensis*, *Aethusa cynapium*, *Papaver rhoeas*, *Viola arvensis*, *Kickia spuria*, *Capsela bursa - pastoris* και *Amaranthus retroflexus* ανήκουν σε αυτή τη κατηγορία (http7).

Οι σπόροι που είναι θαμμένοι στο έδαφος προέρχονται είτε από μόνιμοι εναπομείναντες σπόροι από στάδια διαδοχής του παρελθόντος ή μεταφέρονται μέσω της ενεργής διασποράς σπόρων εντός ή μεταξύ των φυτοκοινοτήτων (Χαϊδευτού, 2010). Η βιωσιμότητα των σπόρων με τη πάροδο του χρόνου επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων το είδος, τον τύπο του εδάφους, το βάθος σποράς, και τη συχνότητα των οργωμάτων (Reuss et al., 2001). Οι γεωργικές πρακτικές επηρεάζουν επίσης τα χαρακτηριστικά της εδαφικής τράπεζας σπόρων όπως για παράδειγμα των οικογενειών Gramineae και Asteraceae και κυρίως τα είδη *Stellaria media*, *Anagallis arvensis*, *Chenopodium album*, *Viola arvensis*, όπου οι σφαιρικοί σπόροι γίνονται συμπαγείς ή καταστρέφονται (Albrecht and Auerswald, 2009). Σύμφωνα με Albrecht and Auerswald, (2009) η χαμηλή βιωσιμότητα των σπόρων συνδέεται με τον εντατικό έλεγχο των αυτοφυών ειδών που είναι ένας σημαντικός λόγος για την παρακμή ετήσιων αυτοφυών ειδών κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών (Albrecht and Auerswald, 2009). Αυτό εξηγεί και το γεγονός ότι η πυκνότητα της εδαφικής τράπεζας σπόρων σε βιολογικές εκτάσεις είναι υψηλότερη από ό, τι σε συμβατικές (Graziani et al., 2012). Η βιωσιμότητα όμως των σπόρων επηρεάζεται σημαντικά και από την καλλιέργεια. Για παράδειγμα σε καλλιέργεια δημητριακών μειώνεται, ενώ αυξάνεται σε ανοιξιάτικη καλλιέργεια πατάτας (Albrecht and Auerswald, 2009).

Αναλύοντας τη σχέση μεταξύ της μορφολογίας και βιωσιμότητας των σπόρων, οι Albrecht and Auerswald, (2009) συμπέραναν ότι η επιμονή τράπεζα σπόρων συνδέεται με χαμηλή μάζα και με σφαιρικό σχήμα σπόρων. Αυτό βασίζεται στο γεγονός ότι οι μικροί και συμπαγείς σπόροι θάβονται πιο εύκολα από τη βροχή, τα ζώα ή τη βαρύτητα. Αυτό είναι σημαντικό όταν οι σπόροι είναι θαμμένοι δεδομένου ότι αυξάνεται η πιθανότητα βλάστησης όταν οι συνθήκες είναι ευνοϊκές. Κατά συνέπεια, μικροί και στρογγυλοί σπόροι τείνουν να έχουν υψηλότερη βιωσιμότητα. Σε αντίθεση, υψηλό κίνδυνο θήρευσης έχουν οι μεγάλοι μεγέθους σπόροι στην επιφάνεια του εδάφους (Albrecht and Auerswald, 2009). Ο αριθμός των έμβιων σπόρων στο έδαφος είναι ιδιαίτερα υψηλός, παρόλο που ένας υψηλός αριθμός των θαμμένων σπόρων χάνει τη βλαστικότητα του. Έχει αποτιμηθεί ότι μόνο το 1-9% της συνολικής παραγωγής σπόρων σε μια αναπαραγωγική περίοδο εξελίσσεται σε σπορόφυτα. Οι υπόλοιποι παραμένουν στο έδαφος και βλαστάνουν στα επόμενα έτη ανάλογα με το βάθος ταφής τους (Shrestha, 2001).

Οι σπόροι αναγκάζονται να ενσωματωθούν στο έδαφος από τη πτώση της βροχής, από την πανίδα του εδάφους, τη συμπίεση του εδάφους από τα γεωργικά μηχανήματα ή μέσω φυσικών ή τεχνητών σχισμών (Reuss et al., 2001). Κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, οι σπόροι όχι μόνο αντιμετωπίζουν μεγαλύτερο κίνδυνο λόγω θήρευσης, αλλά γερνούν και πιο γρήγορα, και το ποσοστό θνησιμότητας αυξάνεται (Ghersa and Martinez-Ghersa, 2000). Στο έδαφος ο αριθμός των σπόρων μπορεί να κυμαίνεται από 200 ή και λιγότερους σπόρους ανά m² έως 150.000 σπόρους ανά m² σε καλλιεργούμενα χωράφια. Στις περισσότερες περιπτώσεις 4-5 είδη αποτελούν το 70 με 80% των αποθεμάτων σπόρου (Λόλας, 2007). Αποδεικτικά στοιχεία για τη βιωσιμότητα

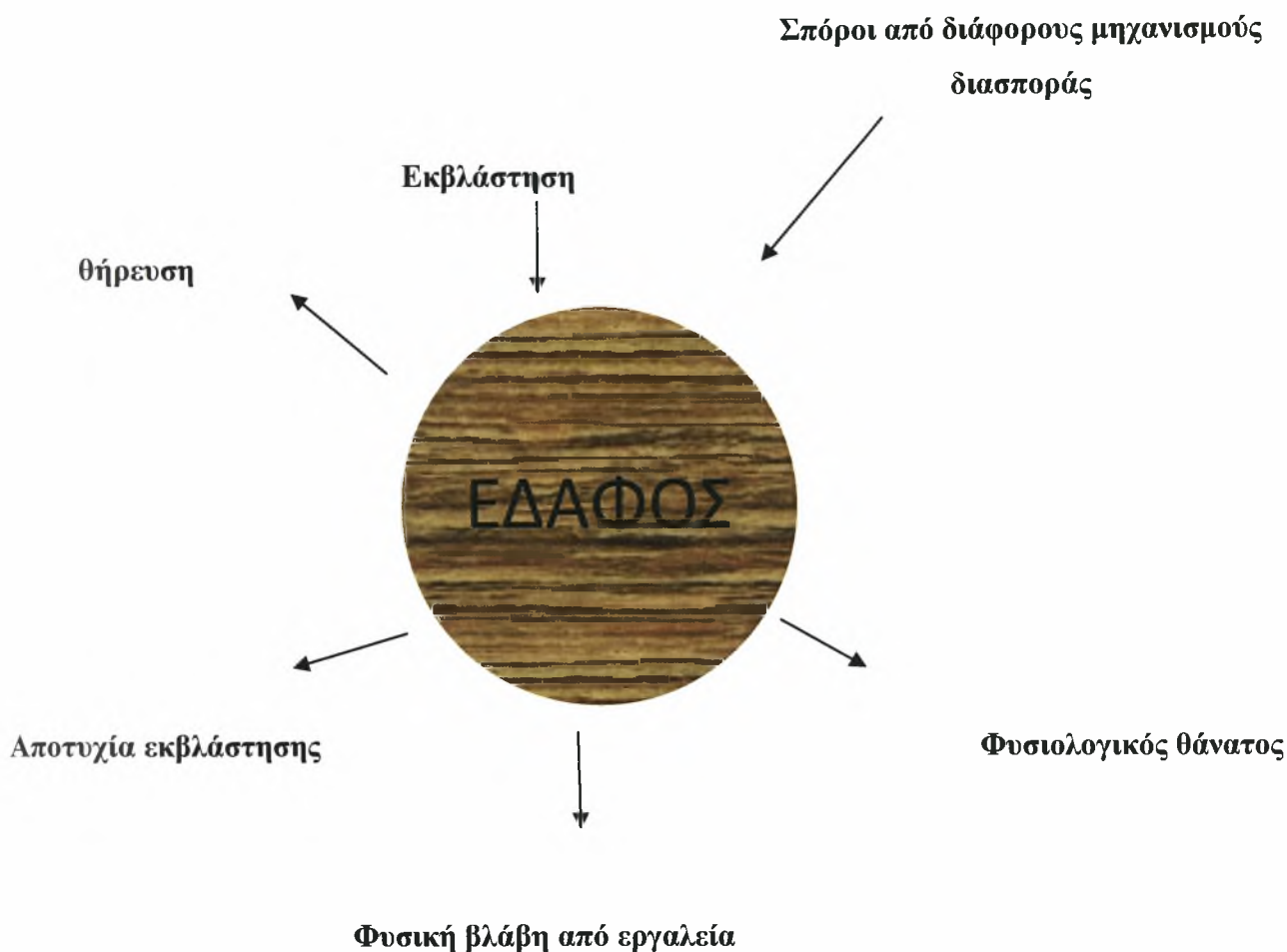
των σπόρων μέσα στο έδαφος λαμβάνονται άμεσα από τη μελέτη των φυσικών τραπεζών σπόρων, καθώς πολλά είδη ενώ δεν είναι παρόντα στην υπέργεια βλάστηση, υπάρχουν στην εδαφική τράπεζα σπόρων (Χαϊδευτού, 2010). Ανεξάρτητα από το μέγεθος του σπόρου συνολικά, ο αριθμός είναι μεγαλύτερος στα ανώτερα 5 cm εδάφους (Reuss et al., 2001), ενώ σε μεγαλύτερα βάθη απαντώνται σπόροι μεγαλύτερης ηλικίας (Χαϊδευτού, 2010). Ο πλούτος ειδών της εδαφικής τράπεζας σπόρων μειώνεται όσο αυξάνεται το βάθος (Χαϊδευτού, 2010). Η μεγαλύτερη διάρκεια ζωής των σπόρων στις καλλιεργούμενες εκτάσεις δεν φαίνεται να σχετίζεται με τη μορφολογία των σπόρων. Έτσι λοιπόν, σε ένα ακαλλιέργητο σύστημα, τα περισσότερα είδη σπόρων είναι στο ανώτερο στρώμα του εδάφους (Ghersa and Martinez-Ghersa, 2000).

Οι σπόροι παρουσιάζουν διαφοροποίηση καθώς εμφανίζονται κατά μήκος της κλίσης του εδάφους. Ορισμένα δεδομένα υποστηρίζουν αυτή την γενικότητα. Για παράδειγμα, Moodie et al., (1997) παρατήρησαν ότι στο *Sinapis arvensis*, που έχει μικρούς σπόρους και μια μόνιμη τράπεζα σπόρων, υπάρχει μικρή ή καμία γενετική διαφοροποίηση μεταξύ των πληθυσμών που συλλέγονται από καλλιεργούμενα χωράφια όπου εφαρμόζονται ζιζανιοκτόνα και από μη καλλιεργούμενα. Αυτή η μεταβολή οφείλεται στη μεταβλητότητα αποθηκευμένων σπόρων και εκφράζεται με τις κλιματικές συνθήκες κάθε έτους (Ghersa and Martinez-Ghersa, 2000). Στα συμβατικά συστήματα, μόνο ένα μικρό ποσοστό της τράπεζας σπόρων (και επομένως του συνολικού πληθυσμού των αυτοφυών ειδών) δημιουργεί σπορόφυτα που θα επηρεαστούν από τις εργασίες ελέγχου. Ο αριθμός σπόρων μειώνεται κατά τη διάρκεια του χειμώνα σε όλους τους τύπους καλαμιών, αν και μεγαλύτερες είναι οι μειώσεις στις καλαμιές με κριθάρι εντατικής μορφής, ενδιάμεση στις καλαμιές με σιτάρι εντατικής μορφής και το χαμηλότερο στις σπαρμένες καλαμιές με σιτάρι βιολογικής καλλιέργειας (Moorcroft et al., 2002).

Εξίσου χρήσιμα είναι τα χαρακτηριστικά του μηχανισμού της διασποράς τόσο στο χώρο όσο και στο χρόνο, αλλά και των φορέων διασποράς των σπόρων, καθώς μπορούν να συνεισφέρουν στην εξήγηση των προτύπων που διαμορφώνονται για την επιβίωση αλλά και για τις απώλειες των ειδών (Χαϊδευτού, 2010). Η ετήσια απώλεια των σπόρων κατά 25-50% μπορεί να είναι αρκετή για να επιβραδύνει ουσιαστικά την αύξηση του πληθυσμού των αυτοφυών ειδών (Marino et al., 2005). Οι σπόροι των αυτοφυών ειδών διασκορπίζονται αποτελεσματικά. Ορισμένοι μεταφέρονται με τον άνεμο. Αυτοί οι σπόροι έχουν μακριές κατασκευές που μοιάζουν με πούπουλα οι οποίες παρασύρονται με από τον άνεμο και προωθούν τους σπόρους σε μεγάλες αποστάσεις. Επίσης οι σπόροι φυτικών ειδών μεταφέρονται με το νερό. Τέλος, με κάθε καλλιεργητική διεργασία οι σπόροι φέρονται βαθιά μέσα στο έδαφος και αυτό μπορεί να δημιουργήσει συνθήκες που ευνοούν το λήθαργο ή να φέρει στην επιφάνεια του εδάφους σπόρους που θα βλαστήσουν (Herren, 2000).

Πολλοί βιοτικοί (παρασιτισμός και θήρευση) και αβιοτικοί παράγοντες αλληλεπιδρούν με το σχηματισμό και τη διατήρηση της τράπεζας σπόρων στο έδαφος. Η απώλεια της βιωσιμότητας, η αρπαγή και η φύτευση των σπόρων διαταράσσουν την εδαφική τράπεζα σπόρων με μείωση της πυκνότητας. Οι τοπικές συνθήκες επηρεάζουν την εδαφική τράπεζα σπόρων έμμεσα, ενώ οι μεταβολές στις διαχειριστικές πρακτικές τροποποιούν τους τύπους διαταραχής άμεσα (Χαϊδευτού, 2010).

Η ποσοτικοποίηση της εδαφικής τράπεζας σπόρων συνήθως γίνεται με δύο μεθοδολογίες: α) την μεθοδολογία αναγνώρισης των σπορόφυτων (Roberts, 1981, Buhler and Maxwell, 1993) και β) τον φυσικό διαχωρισμό (π.χ. κοσκίνισμα) των σπόρων από το έδαφος (Moorcroft et al., 2002, Whittingham et al., 2006 and Βουδούρη, 2007). Στην παρούσα διατριβή έγινε χρήση της δεύτερης μεθοδολογίας.



Σχήμα 2. Κύκλος εδαφικής τράπεζας σπόρων (Shrestha, 2001).

2.6 Γεωργική βιοποικιλότητα

Η έννοια της βιοποικιλότητας (σύντμηση του όρου ‘βιολογική ποικιλότητα’) βοηθάει στην προσπάθειά του ανθρώπου να συλλάβει και να κατανοήσει την πολυπλοκότητα της ζωής και αν είναι δυνατό, τον τρόπο διατήρησής της. «Ως βιολογική ποικιλότητα ορίζεται η ποικιλομορφία που εμφανίζεται ανάμεσα στους ζωντανούς οργανισμούς όλων των ειδών, των χερσαίων, θαλάσσιων και άλλων υδάτινων οικοσυστημάτων και οικολογικών συμπλεγμάτων στα οποία οι οργανισμοί αυτοί ανήκουν. Ο ορισμός περιλαμβάνει την ποικιλότητα μέσα σε ένα είδος όπως και εκείνη, μεταξύ διαφορετικών ειδών και μεταξύ των οικοσυστημάτων» (Gaston and Spicer, 2008).

Η έννοια του όρου βιοποικιλότητα είναι ευρεία και αναφέρεται σε τρία διαφορετικά επίπεδα: στη γενετική ποικιλότητα, στην ποικιλότητα οικοσυστημάτων και στην ποικιλότητα ειδών (Βερεσόγλου, 2004). Η **γενετική ποικιλότητα** εκφράζει την κληρονομήσιμη ποικιλότητα γονιδίων τόσο μέσα σε έναν πληθυσμό όσο και μεταξύ πληθυσμών του ίδιου είδους ή διαφορετικών ειδών (Βερεσόγλου, 2004). Η **ποικιλότητα οικοσυστημάτων** αναφέρεται στην ποικιλία των ενδιαιτημάτων, των βιοκοινοτήτων και των οικολογικών διεργασιών που συμβαίνουν εκεί (Βερεσόγλου, 2004). Η **ποικιλότητα των ειδών** αναφέρεται στον αριθμό των ειδών σε μια περιοχή ή σε ένα ενδιαίτημα (Βερεσόγλου, 2004).

Η βιοποικιλότητα ενός οικοσυστήματος συσχετίζεται με την πολυπλοκότητα των σχέσεων και των λειτουργιών των διαφόρων έμβιων ειδών. Ένα οικοσύστημα χαρακτηρίζεται ως περισσότερο σταθερό όσο μεγαλύτερη είναι η βιοποικιλότητά του. Πράγματι, η υψηλή βιοποικιλότητα ενός οικοσυστήματος του παρέχει περισσότερους μηχανισμούς αντιμετώπισης και αυτορρύθμισης πιθανών εξωτερικών διαταραχών, συνεισφέροντας στην επαναφορά του στην αρχική κατάσταση ισορροπίας. Στα πλαίσια αυτά, η μεγαλύτερη βιοποικιλότητα ισοδυναμεί με περισσότερα είδη και μεγέθη τροφικών σχέσεων ανάμεσα στους οργανισμούς που εντάσσονται σε αυτή (http8).

Σε επίπεδο αγροοικοσυστήματος αναφερόμαστε στη **γεωργική βιοποικιλότητα**. Η γεωργική βιοποικιλότητα αναφέρεται στο τμήμα της βιοποικιλότητας που είναι απαραίτητο ή μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη γεωργία συμπεριλαμβανομένων των καλλιεργούμενων ειδών και των άγριων συγγενών τους, το έδαφος, τους οργανισμούς, τους επικονιαστές και άλλα ζώα. Η γεωργική βιοποικιλότητα καλύπτει όλη την ποικιλία και μεταβλητότητα των φυτών, των ζώων και μικροοργανισμών που έχουν σχέση με τα τρόφιμα και τα γεωργικά γενετικά είδη και τα επίπεδα των οικοσυστημάτων, καθώς και τη κοινωνική και πολιτισμική ποικιλομορφία. Μέσω των αλληλεπιδράσεων οι διάφορες συνιστώσες της γεωργικής βιοποικιλότητας διατηρούν τη λειτουργική δομή και διαδικασίες των αγροοικοσυστημάτων (Baidu-Forson et al., 2012). Η γεωργική βιοποικιλότητα είναι αποτέλεσμα των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των γενετικών πόρων, του περιβάλλοντος και των συστημάτων και πρακτικών διαχείρισης που χρησιμοποιούν οι αγρότες (Αντωνίου, 2012).

Κατά τις τελευταίες δύο δεκαετίες, έχει αναδειχθεί η συμβολή της γεωργικής βιοποικιλότητας στη μείωση των επιβλαβών οργανισμών και ασθενειών, στη βελτίωση της προσαρμοστικότητας φυλών ζώων, γεωργοδασοκομικών ειδών, επικονιαστών και ζώντων οργανισμών του εδάφους. Επίσης, έχουν αναγνωρισθεί οι τρόποι με τους οποίους η γεωργική βιοποικιλότητα μπορεί να διατηρήσει την αξία των άγριων συγγενικών καλλιεργούμενων ειδών και ειδών ζώων. Η γεωργική βιοποικιλότητα συμβάλλει επίσης στη σταθερότητα, παραγωγικότητα στο αγροτικό εισόδημα, στη βελτίωση της διατροφής και της υγείας, καθώς και των οικοδομικών υλικών, καυσίμων, ζωοτροφών και της κτηνοτροφίας (Baidu-Forson et al., 2012).

Ο τύπος και το μέγεθος της γεωργικής βιοποικιλότητας διαφέρει ανάλογα με το αγροοικοσύστημα. Η ηλικία του, η ποικιλότητα, η δομή και η διαχείριση είναι χαρακτηριστικά που τα διαφοροποιεί μεταξύ τους. Στην πράξη υπάρχει μεγάλη ποικιλία σε βασικά οικολογικά και αγρονομικά πρότυπα ανάμεσα σε διάφορα κύρια αγροοικοσυστήματα (Στεφανάκης, 2006). Γενικά ο βαθμός της βιοποικιλότητας στα αγροοικοσυστήματα εξαρτάται από τέσσερα κύρια χαρακτηριστικά:

- ✚ Την ποικιλότητα της βλάστησης μέσα και γύρω από το αγροοικοσύστημα
- ✚ Την διάρκεια των καλλιεργειών μέσα στο αγροοικοσύστημα
- ✚ Την ένταση των πρακτικών διαχείρισης
- ✚ Τον βαθμό της απομόνωσης του αγροοικοσυστήματος από την φυσική βλάστηση (Στεφανάκης, 2006).

Τα στοιχεία της βιοποικιλότητας των αγροοικοσυστημάτων μπορούν να ομαδοποιηθούν σε σχέση με τον ρόλο που παίζουν στη λειτουργία των καλλιεργητικών συστημάτων. Σύμφωνα με το παραπάνω η βιοποικιλότητα των αγροοικοσυστημάτων μπορεί χωριστεί στις παρακάτω ομάδες:

-Παραγωγικοί οργανισμοί δηλαδή καλλιεργείες, δέντρα και ζώα τα οποία έχουν επιλεγεί από τους γεωργούς και παίζουν καθοριστικό ρόλο στην ποικιλότητα και την πολυπλοκότητα του αγροοικοσυστήματος.

-Οργανισμοί οι οποίοι συμβάλλουν στην παραγωγικότητα δια μέσου της γονιμοποίησης με γύρη, του βιολογικού ελέγχου της αποσύνθεσης.

-Καταστρεπτικοί οργανισμοί συμπεριλαμβανομένων ζιζάνια, βλαβερά έντομα, παθογόνοι μικροοργανισμοί τα οποία οι καλλιεργητές έχουν σαν στόχο να μειώσουν με την εφαρμογή διάφορων καλλιεργητικών χειρισμών (Στεφανάκης, 2006).

Κατά τη διάρκεια των τριών τελευταίων δεκαετιών αλλαγές στη γεωργική διαχείριση έχουν οδηγήσει σε αύξηση της παραγωγής των καλλιεργειών. Αυτή η εντατικοποίηση όμως συνοδεύεται και με τη μείωση της βιοποικιλότητας στα αγροοικοσυστήματα (Chamberlain et al., 2000). Υπάρχουν δραματικές μειώσεις ευρωπαϊκών πληθυσμών πουλιών σε γεωργικές εκτάσεις, φυτικών taxa και ασπόνδυλων κατά τη διάρκεια των τελευταίων τεσσάρων δεκαετιών (Hole et al., 2005). Ορισμένες από τις γεωργικές δραστηριότητες που συμβάλλουν στη μείωση της γεωργικής βιοποικιλότητας είναι οι εξής:

- ✚ μηχανική κατεργασία του εδάφους (όργωμα)
- ✚ αποστράγγιση
- ✚ βόσκηση
- ✚ εφαρμογή φυτοφαρμάκων και ανόργανων λιπασμάτων (McLaughlin and Mineau, 1995)
- ✚ μετατροπή των παρακείμενων φυσικών και ημιφυσικών οικοτόπων σε καλλιεργούμενες εκτάσεις
- ✚ οι εφαρμογές ζιζανιοκτόνων μειώνουν τον πλούτο των φυτικών ειδών που συνεπάγεται μείωση της αφθονίας μικρών θηλαστικών, φυτοφάγων σκαθαριών και μυρμηγκιών (Fischer et al., 2011)

Μερικές από τις πρακτικές διαχείρισης που συντελούν στην ενδυνάμωση της γεωργικής βιοποικιλότητας είναι οι εξής:

- ✚ απαγόρευση / μείωση των χημικών φυτοφαρμάκων και ανόργανων λιπασμάτων
- ✚ διατήρηση των συστημάτων μικτής καλλιέργειας (Hole et al., 2005)
- ✚ δημιουργία μη-καλλιεργούμενων ημιφυσικών ενδιαιτημάτων για την άγρια ζωή
- ✚ ύπαρξη περιθωρίων σε καλλιεργούμενα χωράφια
- ✚ λεκάνες απορροής των ποταμών που λειτουργούν ως αποτελεσματικές ζώνες για τη βιοποικιλότητα και για τη γεωργική γη
- ✚ γεωργοδοσοκομικά συστήματα μπορούν επίσης να ενισχύσουν τη βιοποικιλότητα και το τοπίο, προσφέροντας επιπλέον οφέλη όπως δέσμευση του άνθρακα, έλεγχο της διάβρωσης του εδάφους και μειωμένη έκπλυση αζώτου μετριάζοντας τη κλιματική αλλαγή (Tuomisto et al., 2012)
- ✚ γειτονικές εκτάσεις με αγρανάπαυση
- ✚ πολυετείς δομές στην άκρη των χωραφιών, όπως δενδροστοιχίες και λωρίδες με φυσική βλάστηση και ποώδη φυτά μπορούν είναι σημαντικές πηγές για αρθρόποδα, πουλιά και θηλαστικά, πολλά από τα οποία είναι σημαντικοί θηρευτές σπόρων αυτοφυών ειδών (Navntoft et al., 2009)

2.7 Χρήση σπόρων αυτοφυών ειδών σε καλλιεργούμενες εκτάσεις

Μεταξύ των ζώντων οργανισμών που βρίσκονται στα αγροοικοσυστήματα, πολλά αυτοφυή είδη διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη στήριξη της βιοποικιλότητας, καθώς αποτελούν σημαντική πηγή τροφής σε καλλιεργούμενες εκτάσεις. Στην Ευρώπη, υπάρχουν ολοένα και περισσότερες ενδείξεις μιας γενικής μείωσης πολλών φυτικών ειδών τις τελευταίες δεκαετίες που πιθανόν να προκύπτουν από τις αλλαγές στις γεωργικές πρακτικές, ιδίως τη γενικευμένη χρήση των ζιζανιοκτόνων και άλλες αλλαγές συνδεδεμένες με την εντατικοποίηση της γεωργίας (Gaba et al., 2010). Τα ποσοστά θήρευσης σπόρων είναι υψηλότερα σε βιολογικές και μη-καλλιεργούμενες εκτάσεις σε σύγκριση με συμβατικά συστήματα καλλιέργειας (Fischer et al., 2011). Στη Νέα Ζηλανδία ο μέσος όρος θήρευσης σπόρων από τη βιοποικιλότητα ανήλθε στο 17% σε οργανικές εκτάσεις και 10% σε συμβατικές (Navntoft et al., 2009).

Τα είδη *Chenopodium album*, *Polygonum aviculare*, *Stellaria media* και *Tripleurospermum inodorum* έχουν μεγάλη διατροφική αξία για την αγροτική βιοποικιλότητα τόσο σε συμβατικές όσο και σε βιολογικές καλλιεργούμενες εκτάσεις (Hynonen, 2007). Στη Δυτική Αυστραλία, παρατηρήθηκε ότι ο μέσος όρος θήρευσης σπόρων ήταν 48% και ελαφρώς υψηλότερος για το *Lolium rigidum*, ακολουθούσε το *Raphanus raphanistrum* και το *Avena fatua* (Chauhan et al., 2012). Σημαντικά είδη για την διαίτα των σποροφάγων πουλιών σύμφωνα με τους Robinson et al. (2004) είναι τα *Atriplex patula*, *Capsella bursa-pastoris*, *Chenopodium sp.*, *Fallopia convolvulus*, *Graminae*, *Lamium sp.*, *Lapsana communis*, *Polygonum aviculare*, *Ranunculus bulbosus*, *Rumex sp.*, *Senecio vulgaris*, *Sinapsis arvensis*, *Sonchus sp.*, *Stellaria media*, *Taraxacum officinale*, *Urtica sp.* και *Viola arvensis*.

Τα άνθη, οι καρποί και οι σπόροι αποτελούν πλούσια θρεπτικά υποστρώματα και έτσι καθίστανται στόχος για πολλούς και ποικίλους θηρευτές και παράσιτα (Καδής, 1995). Η θήρευση των σπόρων γίνεται πριν ή και μετά τη διασπορά τους. Οι προ της διασποράς θηρευτές είναι μικροί σε μέγεθος και χαρακτηρίζονται από μειωμένη ικανότητα μετακίνησης, αλλά και εξειδίκευση ως προς το υπόστρωμα που καταναλώνουν. Περιλαμβάνουν κυρίως έντομα (Δίπτερα, Λεπιδόπτερα, Κολεόπτερα και Υμενόπτερα) τα οποία εντοπίζουν σχετικά εύκολα τα ευδιάκριτα μητρικά φυτά και καταναλώνουν μαζί τους καρπούς και τα σπέρματα που φέρουν (Καδής, 1995). Ειδικότερα στις αροτριάειες καλλιέργειες ως θηρευτές επιφανειακών σπόρων έχουν χαρακτηριστεί τα σκαθάκια της οικογένειας Carabidae και τα μυρμήγκια (Mauchline et al., 2005). Οι μετά τη διασπορά θηρευτές είναι συνήθως μεγαλύτεροι, έχουν ευχέρεια μετακίνησης, ενώ οι απαιτήσεις τους ως προς την τροφή δεν είναι ιδιαίτερα εξειδικευμένες. Συμπεριλαμβάνουν μικρά θηλαστικά όπως μικρά τρωκτικά (π.χ. *Apodemus sylvaticus*), πουλιά όπως τα *Alauda arvensis*, *Carduelis cannabina*), αλλά και μυρμήγκια που αναζητούν τους δυσδιάκριτους, συχνά μεμονωμένους ή κρυμμένους σπόρους μέσα σε εκτεταμένες περιοχές (Καδής, 1995).

Στο διάστημα φθινοπώρου-χειμώνα κυρίως τα πτηνά, καταναλώνουν φετινούς σπόρους που θα μπορούσαν να έχουν σημαντικές τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά επιπτώσεις στα εδαφικά αποθέματα σπόρων (Marone et al., 1998). Έτσι, καθώς προχωράμε προς το χειμώνα και τα αποθέματα στην επιφάνεια λαμβάνονται κατά προτίμηση από πολλά είδη, παραμένει μεγάλο ποσοστό σπόρων κάτω από το έδαφος και δεν μπορεί να είναι διαθέσιμο (Moorecroft et al., 2002). Για το διάστημα φθινόπωρο –χειμώνας τα πουλιά είναι οι κύριοι καταναλωτές σπόρων και υπεύθυνοι για το 60% των συνολικών απωλειών, ενώ ακολουθούν τα τρωκτικά με 35%. Τα μυρμήγκια ευθύνονται μόλις για το 5% λόγω της μειωμένης κινητικότητάς τους κατά την περίοδο φθινόπωρο – χειμώνα (Marone et al., 1998). Ένα μεγάλο εύρος παρασιτικών οργανισμών όπως μύκητες και βακτήρια, είναι γνωστό ότι ευθύνεται για απώλειες επιφανειακών σπόρων. Γενικά, η απώλεια από την εδαφική τράπεζα σπόρων είναι μεγαλύτερη για τα είδη με διατροφική αξία (Marone et al., 1998).

Σύμφωνα με τους Chauhan et al., (2012) το μέγεθος των σπόρων και η ευκολία κατανάλωσής τους είναι παράγοντες που επηρεάζουν την προτίμηση των θηρευτών ιδιαίτερα για τα μυρμήγκια. Σπονδυλωτά και μεγάλα ασπόνδυλα αρπακτικά προτιμούν συνήθως μεγαλύτερους σπόρους. Ένα είδος μυρμηγκιού, *Solenopsis geminata*, προτιμά σπόρους πλατύφυλλων αυτοφυών ειδών. Αν το *S. geminata* είναι κύριο σποροφάγο είδος σε ένα χωράφι, τα πλατύφυλλα αυτοφυή είδη μπορεί να έχουν ιδιαίτερη επιλεκτικότητα. Μια τέτοια επιλεκτικότητα στην κατανάλωση των σπόρων μπορεί να οδηγήσει σε αλλαγές στο πληθυσμό αυτοφυών ειδών. Η διαπίστωση αυτή δείχνει ότι η θήρευση των σπόρων μπορεί ουσιαστικά να μεταβάλλει το μέγεθος και τη ποικιλότητα της εδαφικής τράπεζας σπόρων (Chauhan et al., 2012). Η μελέτη της επίδρασης της θήρευσης είναι πολύπλοκη. Η καταστροφή μεγάλου μέρους της εδαφικής τράπεζας σπόρων μπορεί να ισοζυγιστεί με τη διασπορά ορισμένων σπόρων σε ευνοϊκά περιβάλλοντα (Καδής, 1995).

3. ΣΚΟΠΟΣ

Για πολλά χρόνια τώρα, σε ευρωπαϊκό επίπεδο η γεωργία συνδέεται με την εντατικοποίηση και την εξειδίκευση στην παραγωγή, με ριζικές αλλαγές στο τρόπο διαχείρισης των αγροοικοσυστημάτων. Αποτέλεσμα αυτών είναι αφενός η αλλαγή στη φυσιολογία του αγροτικού τοπίου και αφετέρου η μείωση της αγροτικής βιοποικιλότητας. Από τις αρχές της δεκαετίας του 1990 όμως, η βιολογική γεωργία έχει επεκταθεί και τείνει να συγκρατήσει αυτή τη δραματική μείωση της αγροτικής βιοποικιλότητας. Η παραπάνω διαπίστωση δημιούργησε την ανάγκη μελέτης της φυσικής χλωρίδας των καλλιεργούμενων εκτάσεων και τη σύγκριση της βιολογικής και συμβατικής διαχείρισης αυτών. Σκοπός της συγκεκριμένης έρευνας ήταν: (1) η ποιοτική και ποσοτική καταγραφή της φυσιολογίας του αγρού και της φυτοκάλυψης εκτός καλλιεργητικής περιόδου και (2) της επιφανειακής εδαφικής τράπεζας σπόρων ώστε να χαρακτηριστεί το εν δυνάμει ευνοϊκότερο σύστημα διαχείρισης των καλλιεργειών σιταριού για τη διατροφική στήριξη της αγροτικής ζωικής ποικιλότητας στην περιοχή της Δεσκάτης.

Αναλυτικότερα οι επιμέρους σκοποί της έρευνας ήταν:

- ✚ Η σύγκριση αγρών με βιολογική και συμβατική καλλιέργεια σιταριού ως προς την καταλληλότητά τους για τη διατροφική στήριξη της αγροτικής ζωικής ποικιλότητας
- ✚ Συσχέτιση Αφθονίας σπόρων-Δείκτη Φυσιολογίας-Εμβαδού αγρού για καθορισμό κριτηρίων καταλληλότητας αγρού για τη συντήρηση της αγροτικής ζωικής ποικιλότητας

4. ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η Δεσκάτη είναι κωμόπολη στα Νότιο-Ανατολικά σύνορα του νομού Γρεβενών. Είναι χτισμένη στις πλαγιές του Πρίονου, του δυτικού τμήματος των Καμβουνίων, σε υψόμετρο 860 μέτρων. Η Δεσκάτη καλύπτει έκταση 126 km². Απέχει από τα Γρεβενά 60 χιλιόμετρα και βρίσκεται εκεί που συναντώνται σήμερα οι τέσσερις νομοί: Κοζάνης, Γρεβενών, Τρικάλων, και Λάρισας (<http9>).



Εικόνα 2. Περιοχή έρευνας (Δεσκάτη Γρεβενών)

Ο πληθυσμός της Δεσκάτης μαζί με των γειτονικών κοινοτήτων είναι περίπου 5000 κάτοικοι, των οποίων ο αριθμός κατά τους καλοκαιρινούς μήνες ανέρχεται σε 6500. Η βλάστηση της ευρύτερης περιοχής είναι κυρίως θαμνώνες και δρυοδάση και το κλίμα είναι ξηρό και δροσερό (<http9>). Αυτές οι συνθήκες, ευνοούν τη γεωργία και την κτηνοτροφία, οι οποίες είναι οι κύριες δραστηριότητες των κατοίκων.

Οι κύριες καλλιέργειες είναι το **σιτάρι** (*Triticum* sp.), με πρωταρχική θέση το μαλακό έναντι του σκληρού. Ακολουθούν το **κριθάρι** (*Hordeum* sp.) και ο **αραβόσιτος** (*Zea mays*). Συγκεκριμένα, το έτος 2011 που πραγματοποιήθηκε η έρευνα, οι καλλιεργούμενες εκτάσεις σιτηρών στη Δεσκάτη αντιπροσώπευαν 13.700 στρέμματα, ενώ η καλλιέργεια σκληρού σιταριού καταλάμβανε 84,1 στρέμματα και μαλακού 11.500 στρέμματα. Σε μικρότερη κλίμακα καλλιεργούνται ψυχανθή και κηπευτικά. Από τα ψυχανθή πρωταρχική θέση έχει το **τριφύλλι** (*Trifolium* sp.). Ακολουθούν ο **βίκος** (*Vicia sativa*) και το **μπιζέλι** (*Pisum sativum*). Στην περιοχή της Δεσκάτης ως καλλιέργεια για αμειψισπορά επιλέγεται το τριφύλλι, ο βίκος και το μπιζέλι και το όργωμα πραγματοποιείται συνήθως το πρώτο δεκαπενθήμερο του Οκτωβρίου. Επίσης, στην περιοχή έχουν εγκατασταθεί πολλές φυτείες ψευδακακίας (*Robinia pseudoacacia*) μέσω επιδοτήσεων από το αγροπεριβαλλοντικό μέτρο «Δάσωση γεωργικών γαιών».

5. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Στους σιταγρούς της Δεσκάτης πραγματοποιήθηκε μια σειρά διαδικασιών που περιλάμβαναν:

- 1) την ποιοτική καταγραφή της φυτοκάλυψης σε κάθε καλλιέργεια στις 24/5/2011 και 29/5/2011, με σκοπό τη δημιουργία φυτολογίου.
- 2) μετρήσεις πεδίου που είχαν ως σκοπό την ποιοτική και ποσοτική καταγραφή της χλωρίδας των σιταγρών στην περιοχή της έρευνας. Αυτές πραγματοποιήθηκαν στις 3/10/2011 και περιλάμβαναν:
 - ✚ την καταγραφή της φυτοκάλυψης εντός κάθε καλλιεργούμενου αγρού
 - ✚ τη δειγματοληψία εδαφικών πυρήνων.

Εκτός όμως από τις μετρήσεις πεδίου έλαβαν χώρα και εργαστηριακές μετρήσεις. Στην συνέχεια περιγράφονται ενδελεχώς τα υλικά, καθώς και η μεθοδολογία η οποία υιοθετήθηκε για κάθε φάση της διατριβής.

5.1 Εαρινές μετρήσεις

Στις 24/5/2011 και 29/5/2011 έλαβε χώρα η συλλογή αυτοφυών φυτικών ειδών σε 20 επιλεγμένους αγρούς σιτηρών. Το χρονικό διάστημα φυτοσυλλογής επιλέχθηκε με γνώμονα τη συλλογή όλων των φυτικών ειδών ανεξάρτητα του αυξητικού τους σταδίου. Το φυτολόγιο χρησιμεύει τόσο ως επικουρικό εργαλείο για την ταυτοποίηση των εδαφικών σπόρων όσο και ως καταγραφή της ποικιλότητας των αυτοφυών ειδών εντός κάθε αγρού. Αρχικά πραγματοποιήθηκε καταγραφή των φυτικών ειδών σε κάθε καλλιέργεια σιταριού και παράλληλα συλλέγονταν τρία άρτια φυτά από κάθε φυτικό είδος.

5.2 Φθινοπωρινές μετρήσεις

Η επιλογή των δειγματοληπτικών αγροτεμαχίων έγινε με βάση την γεωργική διαχείριση από τον παραγωγό, ώστε να ελεγχθούν τα αποθέματα σπόρων. Έτσι, επιλέχθηκαν 10 αγροτεμάχια με σιτηρά βιολογικής και 10 συμβατικής διαχείρισης. Συνολικά δηλαδή εξετάστηκαν 20 αγροτεμάχια, συνολικής επιφάνειας 148.500 m².

5.2.1 Δείκτης φυσιγνωμίας αγρού

Σε κάθε αγροτεμάχιο έγινε λεπτομερής καταγραφή των χαρακτηριστικών των ορίων του αγρού με σκοπό τον υπολογισμό του **Δείκτη φυσιγνωμίας αγρού** (boundary height index). Η μεθοδολογία που υιοθετήθηκε έχει προταθεί από τους Wilson *et al.*, (1997) and Βουδούρη, (2008). Η περίμετρος κάθε αγροτεμαχίου υπολογίστηκε με τον χιλιομετρητή του αυτοκινήτου, είτε άμεσα από περιμετρική βόλτα του αγρού εάν οι όμορες καλλιέργειες το επέτρεπαν είτε έμμεσα με υπολογισμό των δυο πλευρών του αγρού εάν ήταν εφικτό από το σχήμα του. Στη συνέχεια, η περίμετρος κάθε αγροτεμαχίου βαθμονομήθηκε σύμφωνα με τις ακόλουθες κατηγορίες:

Μηδέν: εάν στα όρια του αγρού δεν υπάρχει κανένας σχηματισμός

Ένα: εάν στα όρια του αγρού υπάρχει φυτοφράχτης και τοίχος αμφότερα χαμηλότερη από 2m και χωρίς δέντρα.

Λύο: εάν στα όρια του αγρού υπάρχει ψηλός φυτοφράχτης και τοίχος αμφότερα ψηλότερη από 2m και χωρίς δέντρα.

Τρία: εάν στα όρια του αγρού υπάρχει ψηλός φυτοφράχτης ή συστάδα δέντρων.

Τέσσερα: εάν ο αγρός συνορεύει με παρυφές δάσους, κήπο ή αγροτικό κτίσμα.

Το μήκος που καταλάμβανε η κάθε κατηγορία πολλαπλασιαζόταν με τον συντελεστή της και αθροίζονταν. Το άθροισμα διαιρείται με την περίμετρο κάθε αγρού και το τελικό αποτέλεσμα ήταν ο Δείκτης φυσιογνωμίας αγρού. Η καταγραφή του Δείκτη φυσιογνωμίας αγρού πραγματοποιήθηκε ταυτόχρονα με τις φθινοπωρινές μετρήσεις πεδίου.



Εικόνα 3. Φθινοπωρινή εικόνα σιταγρού στη Δεσκάτη

5.2.2 Καταγραφή φυτοκάλυψης

Για την καταγραφή της φυτοκάλυψης, χρησιμοποιήθηκε η μεθοδολογία των Moorcroft *et al*, (2002) and Βουδούρη, (2008). Συγκεκριμένα, σε κάθε δειγματοληπτική επιφάνεια εμβαδού ενός τετραγωνικού μέτρου ($1m^2$), η οποία οριοθετήθηκε από τετράγωνο πλαίσιο ($1m \times 1m$) εκτιμήθηκε:

- ✚ Ο συνολικός αριθμός αυτοφύων φυτικών ειδών. Προσδιορίστηκε με καταμέτρηση του συνολικού αριθμού αυτοφύων ειδών
- ✚ Το ποσοστό επί τις εκατό (%) κάλυψης από τη συνολική επιφάνεια δειγματοληψίας ($1m^2$) των αυτοφύων ειδών (% φυτοκάλυψης αυτοφύων ειδών)
- ✚ Το ποσοστό επί τις εκατό (%) που καταλαμβάνει η καλαμιά σιτηρών και το υπόλειμμα από την προηγούμενη καλλιέργεια αντίστοιχα (% φυτοκάλυψης καλλιεργούμενων ειδών)

Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε κατά τις διαγωνίους του κάθε αγρού, ενώ οι επαναλήψεις εντός του κάθε αγροτεμαχίου ήταν πέντε ($R=5$). Πιο συγκεκριμένα, μετά τον προσδιορισμό της περιμέτρου του αγροτεμαχίου ακολουθούσε μέτρηση της διαμέτρου του αγρού με βηματισμό, με σκοπό τον προσδιορισμό του μήκους της, εάν δεν ήταν εφικτός ο υπολογισμός της από τις πλευρές του αγρού. Στη συνέχεια από το μήκος της μιας διαμέτρου αφαιρούνταν δυο μέτρα από την αρχή και το τέλος για να αποκλεισθεί η περίπτωση της επίδρασης του ορίου και υπολογιζόταν η ικανή απόσταση ώστε να ισαπέχουν τα 5 δειγματοληπτικά σημεία. Ακολουθούσε βάδισμα κατά μήκος της διαμέτρου με εναπόθεση του τετράγωνου πλαισίου στο έδαφος και καταγραφή των προαναφερθέντων παραμέτρων.

Σε τυχαία επιλεγμένους αγρούς πραγματοποιήθηκε και εδαφική δειγματοληψία σε κάθε δεύτερη μέτρηση της φυτοκάλυψης, ώστε τελικά να ληφθούν 5 εδαφικά δείγματα από κάθε αγροτεμάχιο.



Εικόνα 4. Μέτρηση της φυτοκάλυψης με τετράγωνο πλαίσιο

5.2.3 Δειγματοληψία εδαφικών δειγμάτων

Σε 20 αγρούς σιτηρών πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία κυκλικών δειγμάτων επιφανειακού εδάφους (πυρήνες εδάφους) διαμέτρου 15 cm και βάθους 1cm. Στον κάθε αγρό συλλέγονταν 5 εδαφικά δείγματα ($R=5$) κατά την διαγώνιο του αγρού, τα οποία στη συνέχεια τοποθετούνταν σε πλαστικές σακούλες. Η κάθε σακούλα κωδικοποιούνταν για να αναγνωρίζεται η προέλευση του κάθε δείγματος και μεταφερόταν στο εργαστήριο.



Εικόνα 5. Δειγματοληψία εδάφους

5.3 Εργαστηριακές μετρήσεις

5.3.1. Φυτολόγιο και Σπορολόγιο

Μετά την καταγραφή της φυτοκάλυψης ακολούθησε συλλογή των καρπών, καθώς και των σπόρων κάθε φυτικού είδους. Η συλλογή των ώριμων σπόρων αποσκοπούσε στη δημιουργία σπορολογίου από ήδη αναγνωρισμένα φυτικά είδη. Τελικά οι σπόροι οι οποίοι συλλέχθηκαν στο πεδίο τοποθετήθηκαν σε διαφανή κουτιά με σκοπό την βέλτιστη αποθήκευση έως την χρήση τους κατά την τελική διαδικασία της ταυτοποίησης. Το σπορολόγιο και το φυτολόγιο αποτέλεσαν τα επικουρικά εργαλεία για την ταυτοποίηση των εδαφικών επιφανειακών σπόρων.

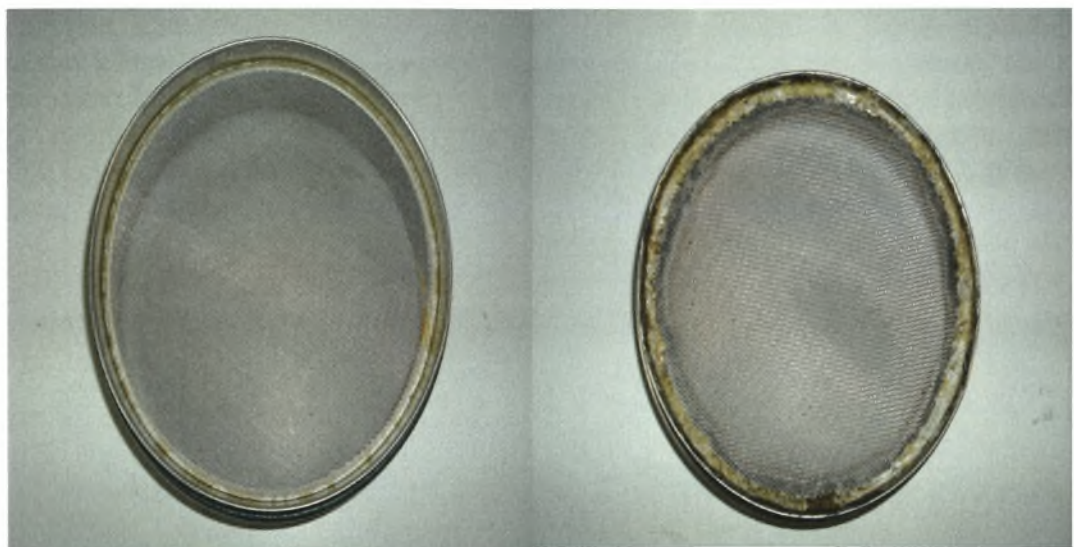


Εικόνα 6. Φυτολόγιο με τα συλλεχθέντα είδη την άνοιξη.

5.3.2. Ταυτοποίηση των εδαφικών σπόρων

Με την περάτωση της δειγματοληψίας των εδαφικών δειγμάτων από τον αγρό, ακολούθησαν οι εργαστηριακές μετρήσεις που είχαν ως σκοπό τη δημιουργία σπορολογίου. Έτσι λοιπόν, οι μετρήσεις χωρίστηκαν σε τρεις φάσεις: (1) ανίχνευση, (2) απομόνωση και (3) ταυτοποίηση των εδαφικών επιφανειακών σπόρων.

Αναλυτικότερα, αρχικά έγινε αποθήκευση σε μαύρες τσάντες πολυαιθυλενίου και τοποθέτηση σε ψυγείο για 24 ώρες στους 4 °C των εδαφικών δειγμάτων από τον αγρό. Η ενέργεια αυτή αποσκοπούσε στην αποφυγή βλάστησης των σπόρων. Η ανίχνευση των εδαφικών σπόρων έγινε εφικτή με το ξέπλυμα και το στέγνωμα της κάθε υπερκείμενης φάσης. Έτσι το κάθε δείγμα ξεπλύθηκε ξεχωριστά με νερό σε κόσκινα διαμέτρου 1 mm και 0,5 mm (Εικόνα 7) για να απομακρυνθούν όσο το δυνατόν περισσότερα ανόργανα υλικά.



Εικόνα 7. Κόσκινο διαμέτρου 0,5 και 1 mm αντίστοιχα.

Η υπερκείμενη φάση, από τα κόσκινα διαμέτρου 1mm και 0,5 mm, περιείχε ανόργανα υλικά, όπως πέτρες και χώμα, καθώς και οργανικά, όπως σπόρους, άνθη και έντομα (Εικόνα 8). Ακολουθούσε η εναπόθεση της κάθε υπερκείμενης φάσης σε εφημερίδες, στις οποίες αναγραφόταν ο κωδικός του δείγματος, με σκοπό το στέγνωμά της (Εικόνα 9).

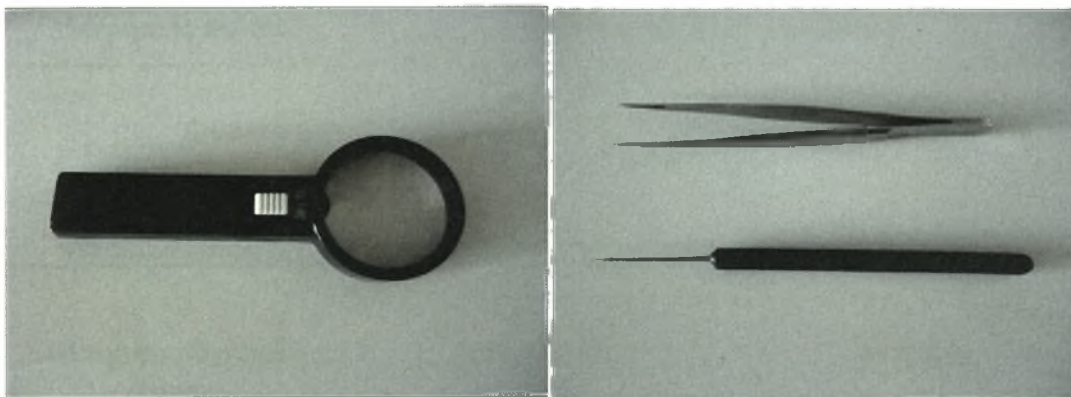


Εικόνα 8. Ανόργανα υλικά υπερκείμενης φάσης.



Εικόνα 9. Στέγνωμα υπερκείμενης φάσης σε εφημερίδες.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η διαδικασία της ανίχνευσης, η οποία περιλάμβανε τον εντοπισμό των εδαφικών σπόρων μέσα στην υπερκείμενη φάση. Για την ανίχνευση των εδαφικών σπόρων με κόσκινο διαμέτρου 1mm έγινε χρήση μεγεθυντικού φακού (Εικόνα 10). Αντίθετα στο υλικό που προήλθε από κόσκινο διαμέτρου 0,5 mm έγινε χρήση στερεοσκοπίου επειδή ήταν επιθυμητή η μεγαλύτερη ανάλυση. Η απομόνωση σπόρων έγινε με εργαστηριακές λαβίδες ανάλογες του μεγέθους των εδαφικών σπόρων (Εικόνα 10).



Εικόνα 10. Μεγεθυντικός φακός και λαβίδες.

Η διαδικασία της απομόνωσης περιλάμβανε τη μεταφορά των εδαφικών σπόρων σε πλαστικά μπουκαλάκια (Εικόνα 11), ώστε να είναι εφικτή η καταγραφή της αφθονίας και της ποικιλότητας των περιεχόμενων ειδών με χρήση στερεοσκοπίου και μεγεθυντικών φακών. Το κάθε καινούργιο είδος κωδικοποιούταν με ένα αριθμό και τοποθετούταν σε καινούργια μπουκαλάκια.



Εικόνα 11. Συγκέντρωση εδαφικών σπόρων σε πλαστικά μπουκαλάκια.

Το τελικό στάδιο ήταν η ταυτοποίησή τους, δηλαδή η εύρεση της οικογένειας, του γένους και του είδους του κάθε σπόρου. Η χρονοβόρα διαδικασία της ταυτοποίησης διευκολύνθηκε από τη χρήση στερεοσκοπίου, ανεξάρτητα από το μέγεθος των εδαφικών σπόρων επειδή μεγθύνονται ικανοποιητικά τα χαρακτηριστικά αναγνώρισης. Για τη διαδικασία αυτή χρησιμοποιήθηκαν:

Κλειδές σπόρων:

- ✚ Flood, R.J. and Gates, S.C., 1986. Seed Identification Handbook, Official Seed Testing Station. National Institute Agricultural Botany. Εκδόσεις Cambridge, UK.

- ✚ Λόλας Π., 2003. Ζιζανιολογία Ζιζάνια- Ζιζανιοκτόνα. Τύχη και Συμπεριφορά στο Περιβάλλον. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία.
- ✚ Σπορολόγιο του Εργαστηρίου Διαχείρισης Οικοσυστημάτων και Βιοοικιότητας του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Πίνακας 6. Συνοπτική παρουσίαση των μετρήσεων.

Μετρήσεις πεδίου		Εργαστηριακές μετρήσεις	
Φθινοπωρινές μετρήσεις		Εαρινές μετρήσεις	
		Σπορολόγιο	Φυτολόγιο
Δείκτης φυσιογνομίας αγρού		Αναγνώριση	Συλλογή
Καταγραφή φυτοκάλυψης		Απομόνωση	Ταυτοποίηση
Δειγματοληψία εδαφικών πυρήνων		Ταυτοποίηση	

Πίνακας 7. Συνοπτικός πίνακας εξετασθέντων καλλιεργειών σιταριού, στοιχείων αγροτεμαχίων και μεθοδολογίας κατά τις μετρήσεις πεδίου

Φθινοπωρινές μετρήσεις	Σύστημα διαχείρισης	Αριθμός αγροτεμαχίων (n)	Επαναλήψεις (R)	Υλικά	Μέθοδοι
Δείκτης φυσιογνομίας αγρού	Βιολογικό	10	5	Τετράγωνο πλαίσιο 1Χ1 m ²	Wilson et al., 1997
	Συμβατικό	10	5		
Καταγραφή φυτοκάλυψης	Βιολογικό	10	5		Moorcroft et al., 2002
	Συμβατικό	10	5		
Δειγματοληψία εδαφικών πυρήνων	Βιολογικό	10	5	Κυλινδρικός δακτύλιος ύψους 1 cm	

Συμβατικό	10	5	Σκουπάκι	Moorcroft et al., 2002
			Φτυαράκι	

5.4 Στατιστική ανάλυση

Η επεξεργασία των δεδομένων έγινε με τη χρήση του στατιστικού πακέτου IBM SPSS 20 και περιλάμβανε την ανάλυση διακύμανσης κατά ένα παράγοντα (one way ANOVA), καθώς ικανοποιούνταν η απαίτηση της κανονικής κατανομής των τιμών κάθε μεταβλητής.

Για την ανάλυση των στοιχείων και τον υπολογισμό των δεικτών της φυτικής ποικιλότητας, κατασκευάστηκαν ειδικές βάσεις δεδομένων CSV αρχείων (*.csv) στο εξειδικευμένο πρόγραμμα Species Diversity and Richness (ver. 4.0) της PISCES Conservation Ltd (2006), σχεδιασμένο από τους Dr R.M.H. Seaby και Dr P.A. Henderson.

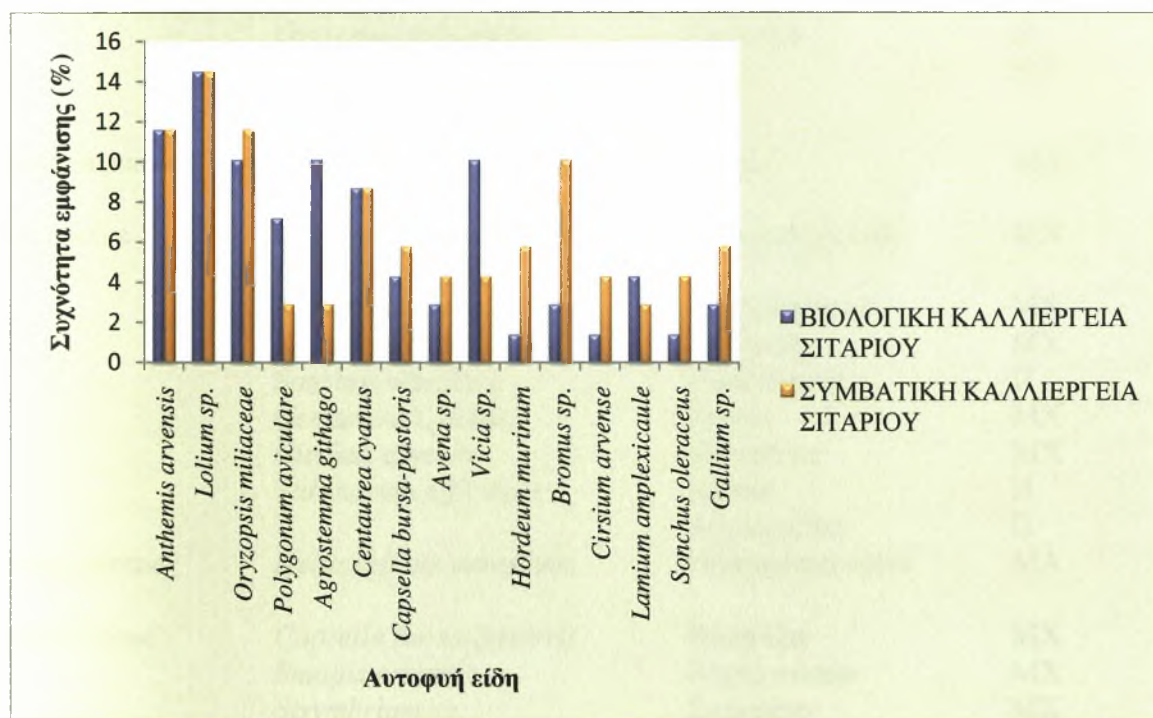
6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

6.1. Αυτοφυή είδη σε βιολογικές και συμβατικές καλλιέργειες σιτηρών

Στο σύνολο των 20 αγροτεμαχίων έγινε λεπτομερής συλλογή αυτοφυών ειδών από καλλιέργειες σιταριού, για τη συγκριτική αξιολόγηση της βιολογικής και συμβατικής διαχείρισης αυτών ως προς τη διατροφική στήριξη της αγροτικής ζωικής βιοποικιλότητας. Αυτή η αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε με βάση τη συχνότητα εμφάνισης και την ποικιλότητα των αυτοφυών ειδών, τα οποία αναλύονται παρακάτω.

6.1.1. Συχνότητα εμφάνισης αυτοφυών ειδών

Μεταξύ των δύο συστημάτων διαχείρισης καλλιέργειας σιταριού (βιολογική και συμβατική) δεν διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές όσο αφορά στη συχνότητα εμφάνισης των αυτοφυών ειδών ($p>0,05$) (Παράρτημα), με εξαίρεση τα είδη *Agrostemma githago* και *Bromus sp.* ($p<0,05$) (Διάγραμμα 1). Τα φυτικά είδη με την υψηλότερη πυκνότητα, στους συμβατικούς και βιολογικούς αγρούς σιταριού ήταν τα *Anthemis arvensis*, *Lolium sp.* και *Centaurea cyanus*, με ποσοστό εμφάνισης 11,6 %, 14,5 % και 8,7 % αντίστοιχα (Διάγραμμα 1).



Διάγραμμα 1. Σχηματική απεικόνιση της συχνότητας εμφάνισης αυτοφυών ειδών σε καλλιέργειες σιταριού με βιολογική και συμβατική διαχείριση.

6.1.2. Ποικιλότητα αυτοφυών ειδών

Το σύνολο των αυτοφυών ειδών το οποίο συλλέχθηκε από βιολογικές και συμβατικές καλλιέργειες σιτηρών, ανήκε σε 20 οικογένειες: *Amaranthaceae*, *Asteraceae*, *Boraginaceae*, *Brassicaceae*, *Caryophyllaceae*, *Chenopodiaceae*, *Convolvulaceae*, *Fabaceae*, *Fumariaceae*, *Lamiaceae*, *Papaveraceae*, *Plantaginaceae*, *Poaceae*, *Polygonaceae*, *Portulacaceae*, *Ranunculaceae*, *Rubiaceae*, *Scrophulariaceae*, *Violaceae*, *Zygophyllaceae*.

Συνολικά καταγράφηκαν 38 φυτικά είδη, από τα οποία 5 ήταν αγρωστώδη, ενώ 33 ήταν πλατύφυλλα (Πίνακας 8). Τα φυτικά είδη που εντοπίστηκαν σε καλλιέργειες σιταριού με βιολογική και συμβατική διαχείριση παρουσιάζονται αναλυτικά στο **πίνακα 9**.

Πίνακας 8. Κατάταξη αγρωστωδών και πλατύφυλλων φυτών που καταγράφηκαν στο σύνολο των αγροτεμαχίων της περιοχής έρευνας.

Οικογένεια	Επιστημονικό όνομα	Κοινό όνομα	Κατάταξη
ΑΓΡΩΣΤΩΔΗ			
Poaceae	<i>Avena sp.</i>	Αγριοβρώμη	MX*
	<i>Hordeum murinum</i>	Αγριοστάχυ	MX
	<i>Bromus sp.</i>	Βρόμος	MX
	<i>Oryzopsis miliaceae</i>	Γρήλαρη	Π
	<i>Lolium sp.</i>	Ήρα	MX
ΠΛΑΤΥΦΥΛΛΑ			
Amaranthaceae	<i>Amaranthus sp.</i>	Βλήτο	MA
Asteraceae	<i>Chrysanthemum segetum</i>	Αγριομαργαρίτα	MX
	<i>Lactuca serriola</i>		
	<i>Anthemis arvensis</i>	Αγριομάρουλο	MX
	<i>Xanthium spinosum</i>	Ανθεμίδα	MX
	<i>Sonchus oleraceus</i>	Ασπράγκαθο	Π
	<i>Centaurea Cyanus</i>	Ζωχός	MX
	<i>Cirsium arvense</i>	Κενταύριο	MX
	<i>Taraxacum officinale</i>	Κίρσιο	Π
Boraginaceae	<i>Heliotropium europium</i>	Αγριοραδίκι	Π
		Ηλιοτρόπιο κοινό	MA
Brassicaceae	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Καψέλλα	MX
	<i>Sinapis arvensis</i>	Άγριο σινάπι	MX
	<i>Sisymbrium sp.</i>	Σισίμπριο	MX
Caryophyllaceae	<i>Agrostemma githago</i>	Γόγγολη	MX
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium album</i>	Λουβουδιά	MA
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i>	Περικοκλάδα	Π
Fabaceae	<i>Vicia sp.</i>	Αγριοβίκος	MX
	<i>Trifolium sp.</i>	Αγριοτρίφυλλο	MA/Π

Fumariaceae	<i>Fummaria officinalis</i>	Καπνόχορτο	MX
	<i>Hypecoum sp.</i>	Υπήκοο	MX
Lamiaceae	<i>Lamium amplexicaule</i>	Δωδεκάνθι	MX
Papaveraceae	<i>Papaver rhoeas</i>	Παπαρούνα κοινή	MX
Plantaginaceae	<i>Plantago sp.</i>	Πεντάνευρο	MX
Polygonaceae	<i>Rumex crispus</i>	Λάπαθο	Π
	<i>Polygonum aviculare</i>	Πολυκόμπι	MA
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i>	Γλιστρίδα	MA
Ranunculaceae	<i>Ranunculus sp.</i>	Βατράχια	MX
	<i>Consolida regalis</i>	Καπουτσίνο	MX
Rubiaceae	<i>Galium sp.</i>	Κολλητσίδα	MX
Scrophulariaceae	<i>Verbascum sp.</i>	Βερμπάσκο	Δ
	<i>Veronica sp.</i>	Βερόνικα	MX
Violaceae	<i>Viola arvensis</i>	Αγριοπανσές	MX
Zygophyllaceae	<i>Tribulus terrestris</i>	Τριβόλι	MA

Πηγή: Ελληνική ζιζανιολογική εταιρία

*ME= μονοετές ανοιζιάτικο, MX= μονοετές χειμερινό, Δ= διετές, Π= πολυετές

Την άνοιξη του 2011, σε αγρούς με βιολογική καλλιέργεια σιταριού καταγράφηκαν 28 αυτοφυή είδη. Συγκεκριμένα τα αγρωστώδη είδη: *Lolium sp.*, *Oryzopsis miliaceae*, *Avena sp.*, *Hordeum murinum*, *Bromus sp.*, καθώς και τα πλατύφυλλα: *Anthemis arvensis*, *Polygonum aviculare*, *Agrostemma githago*, *Centaurea Cyanus*, *Capsella bursa-pastoris*, *Lactuca serriola*, *Vicia sp.*, *Papave rhoeas*, *Veronica sp.*, *Tribulus terrestris*, *Cirsium arvense*, *Plantago sp.*, *Ranunculus sp.*, *Lamium amplexicaule*, *Sonchus oleraceus*, *Chrysanthemum segetum*, *Chenopodium album*, *Trifolium sp.*, *Galium sp.*, *Convolvulus arvensis*, *Sinapis arvensis*, *Sisymbrium sp.*, *Heliotropium europium*.

Αντίθετα σε αγρούς με συμβατική καλλιέργεια σιταριού καταγράφηκαν 32 αυτοφυή είδη. Ειδικότερα τα αγρωστώδη είδη: *Lolium sp.*, *Oryzopsis miliaceae*, *Avena sp.*, *Hordeum murinum*, *Bromus sp.* και τα πλατύφυλλα: *Anthemis arvensis*, *Polygonum aviculare*, *Agrostemma githago*, *Centaurea Cyanus*, *Capsella bursa-pastoris*, *Lactuca serriola*, *Vicia sp.*, *Papaver rhoeas*, *Veronica sp.*, *Cirsium arvense*, *Ranunculus sp.*, *Lamium amplexicaule*, *Sonchus oleraceus*, *Consolida regalis*, *Rumex crispus*, *Fummaria officinalis*, *Galium sp.*, *Convolvulus arvensis*, *Sinapis arvensis*, *Sisymbrium sp.*, *Viola arvensis*, *Cirsium arvense*, *Hypecoum sp.*, *Taraxacum officinale*, *Portulaca oleracea*, *Verbascum sp.*, *Amaranthus sp.* (Πίνακας 9).

Πίνακας 9. Παρουσία(+) και απουσία(-) αυτοφυών ειδών σε συμβατικούς και βιολογικούς αγρούς σιταριού.

Φυτικό είδος	Κατάταξη	Βιολογικοί αγροί	Συμβατικοί αγροί
<i>Anthemis arvensis</i>	MX*	+	+
<i>Lolium sp.</i>	MX	+	+
<i>Oryzopsis miliaceae</i>	Π	+	+
<i>Polygonum aviculare</i>	MA	+	+
<i>Agrostemma githago</i>	MX	+	+
<i>Centaurea Cyanus</i>	MX	+	+
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	MX	+	+
<i>Lactuca serriola</i>	MX	+	+
<i>Avena sp.</i>	MX	+	+
<i>Vicia sp.</i>	MX	+	+
<i>Papave rhoeas</i>	MX	+	+
<i>Veronica sp.</i>	MX	+	+
<i>Tribulus terrestris</i>	MA	+	-
<i>Hordeum murinum</i>	MX	+	+
<i>Bromus sp.</i>	MX	+	+
<i>Cirsium arvense</i>	Π	+	+
<i>Plantago sp.</i>	MX	+	-
<i>Ranunculus sp.</i>	MX	+	+
<i>Lamium amplexicaule</i>	MX	+	+
<i>Sonchus oleraceus</i>	MX	+	+
<i>Chrysanthemum segetum</i>	MX	+	-
<i>Chenopodium album</i>	MA	+	-
<i>Trifolium sp.</i>	MA/Π	+	-
<i>Galium sp.</i>	MX	+	+
<i>Convolvulus arvensis</i>	Π	+	+
<i>Sinapis arvensis</i>	MX	+	+
<i>Sisymbrium sp.</i>	MX	+	+
<i>Heliotropium europeum</i>	MA	+	-
<i>Viola arvensis</i>	MX	-	+
<i>Xanthium spinosum</i>	Π	-	+
<i>Hypecoum sp.</i>	MX	-	+
<i>Consolida regalis</i>	MX	-	+
<i>Rumex crispus</i>	Π	-	+
<i>Fummaria officinalis</i>	MX	-	+
<i>Taraxacum officinale</i>	Π	-	+
<i>Portulaca oleracea</i>	MA	-	+

<i>Verbascum sp.</i>	Δ	-	+
<i>Amaranthus sp.</i>	MA	-	+

*ME= μονοετές ανοιξιιάτικο, MX= μονοετές χειμερινό, Δ= διετές, Π= πολυετές

Σύμφωνα με τον **πίνακα 9**, 22 αυτοφυή είδη παρατηρήθηκαν σε όλα τα αγροτεμάχια κατά τις εαρινές μετρήσεις. Αυτά είναι: *Anthemis arvensis*, *Lolium sp.*, *Oryzopsis miliaceae*, *Polygonum aviculare*, *Agrostemma githago*, *Centaurea Cyanus*, *Capsella bursa-pastoris*, *Lactuca serriola*, *Avena sp.*, *Vicia sp.*, *Papave rhoeas*, *Veronica sp.*, *Hordeum murinum*, *Bromus sp.*, *Cirsium arvense*, *Lamium amplexicaule*, *Ranunculus sp.*, *Convolvulus arvensis*, *Galium sp.*, *Sisymbrium sp.*, *Sinapis arvensis*, *Sonchus oleraceus*.

6.2 Φυσιογνωμικά χαρακτηριστικά αγρού

Το μέγεθος των αγρών με βιολογική διαχείριση κυμαινόταν από 2 έως 22,5 στρέμματα με μέσο όρο 6,7±1,8 ενώ με συμβατική από 4 έως 18 στέμματα με μέσο όρο 8,15±1,3. Ο δείκτης φυσιογνωμίας αγρού και το εμβαδόν που καταλάμβανε το κάθε αγροτεμάχιο, καθώς επίσης το ποσοστό % κάλυψης του εδάφους με πέτρες και ο αριθμός αυτοφυών ειδών δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο συστημάτων διαχείρισης (p>0,05). Αντίθετα, το ποσοστό (%) του ακάλυπτου εδάφους, το ποσοστό (%) φυτοκάλυψης των αυτοφυών ειδών και των καλλιεργούμενων ειδών παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο συστημάτων διαχείρισης (p<0,05) (Πίνακας 10).

Πίνακας 10. Χαρακτηριστικά των δυο συστημάτων διαχείρισης (μέσος όρος ± τυπικό σφάλμα).

Χαρακτηριστικά	Βιολογικά	Συμβατικά	P	F
Αριθμός εδαφικών δειγμάτων	50	50		
Εμβαδόν αγρού (στρέμματα)	6,70±1,83	8,15±1,33	0,532	0,407
Δείκτης φυσιογνωμίας αγρού	0,39±0,14	0,56±0,15	0,416	0,692
% Ακάλυπτο Έδαφος	11,34±2,38	26,05±3,74	0,001	10,991
% Πέτρες	1,48±0,83	3,31±1,60	0,314	1,023
Αριθμός αυτοφυών ειδών	8,30±1,19	9,60±1,29	0,469	0,546
% Φυτοκάλυψη αυτοφυών ειδών	71,68±3,19	37,28±3,46	0,000	53,263

% Φυτοκάλυψη καλλιεργούμενων ειδών	15,54±2,12	33,36±2,54	0,000	28,920
--	------------	------------	-------	--------

6.3 Εδαφική τράπεζα σπόρων αυτοφυών ειδών σε βιολογικές και συμβατικές καλλιέργειες σιταριού

Από το σύνολο των αγροτεμαχίων τα οποία ερευνήθηκαν για τη διαθεσιμότητά τους σε εδαφικούς σπόρους, έγινε συλλογή και ταυτοποίηση 40 ειδών από τα οποία τα δύο ήταν καλλιεργούμενα (*Triticum durum* και *Triticum aestivum*). Τα υπόλοιπα 38 ήταν μη καλλιεργούμενα, δηλαδή αυτοφυή είδη. Στο σύνολο των 20 αγροτεμαχίων, 10 με συμβατική καλλιέργεια σιταριού και 10 με βιολογική, τα οποία ερευνήθηκαν κατά τη φθινοπωρινή περίοδο έγινε ταυτοποίηση 14 ειδών σπόρων. Από αυτά τα είδη που εμφανίστηκαν σε όλα τα αγροτεμάχια κατά τις φθινοπωρινές μετρήσεις ήταν 4: *Chenopodium album*, *Amaranthus sp.*, *Portulaca oleracea*, *Polygonum aviculare*.

Στα 10 αγροτεμάχια με συμβατική καλλιέργεια σιταριού εντοπίστηκαν 9 είδη σπόρων: *Chenopodium album*, *Amaranthus sp.*, *Portulaca oleracea*, *Polygonum aviculare*, *Veronica sp.*, *Oryzopsis miliaceae*, *Fummaria officinalis*, *Galium sp.*, *Ranunculus sp.* Στα αντίστοιχα αγροτεμάχια με βιολογική καλλιέργεια σιταριού βρέθηκαν 12 είδη σπόρων: *Chenopodium album*, *Amaranthus sp.*, *Portulaca oleracea*, *Polygonum aviculare*, *Veronica sp.*, *Vicia sp.*, *Oryzopsis miliaceae*, *Sinapis arvensis*, *Galium sp.*, *Heliotropium europaeum*, *Stellaria media*, *Agrostemma githago*. Συνοπτικά, όλα τα είδη σπόρων που εντοπίστηκαν στα δύο συστήματα διαχείρισης παρουσιάζονται στο **πίνακα 11**.

Πίνακας 11. Παρουσία(+) και απουσία(-) ειδών σπόρων σε συμβατικούς και βιολογικούς αγρούς σιταριού, τη φθινοπωρινή περίοδο.

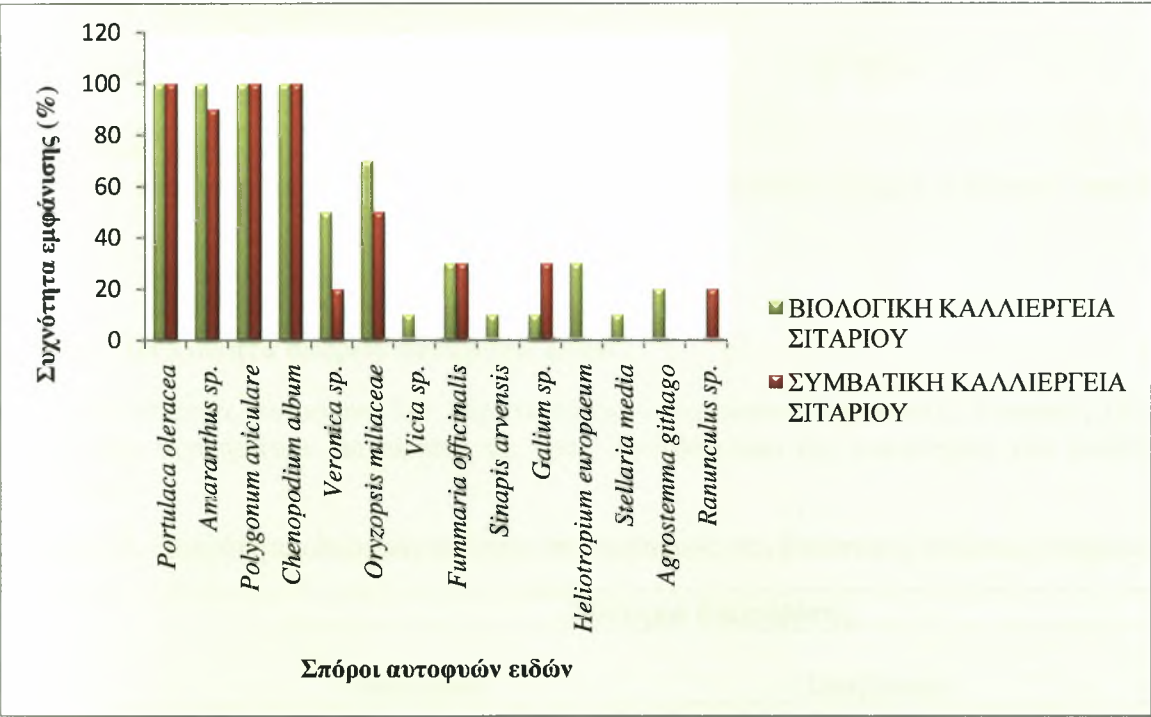
Είδος	Βιολογικοί αγροί	Συμβατικοί αγροί
<i>Chenopodium album</i>	+	+
<i>Amaranthus sp.</i>	+	+
<i>Portulaca oleracea</i>	+	+
<i>Polygonum aviculare</i>	+	+
<i>Veronica sp.</i>	+	+
<i>Oryzopsis miliaceae</i>	+	+
<i>Fummaria officinalis</i>	-	+
<i>Galium sp.</i>	+	+
<i>Ranunculus sp.</i>	-	+
<i>Vicia sp.</i>	+	-
<i>Sinapis arvensis</i>	+	-
<i>Heliotropium europaeum</i>	+	-
<i>Stellaria media</i>	+	-
<i>Agrostemma githago</i>	+	-

Αναφορικά με τα είδη σπόρων που απουσίαζαν κατά τις φθινοπωρινές μετρήσεις αλλά τα αντίστοιχα 28 αυτοφυή είδη συλλέχθηκαν την άνοιξη ήταν τα εξής: *Avena sp.*, *Hordeum murinum*, *Bromus sp.*, *Lolium sp.*, *Chrysanthemum segetum*, *Lactuca serriola*, *Anthemis arvensis*, *Xanthium spinosum*, *Sonchus oleraceus*, *Centaurea Cyanus*, *Cirsium arvense*, *Sonchus oleraceus*, *Centaurea cyanus*, *Cirsium arvense*, *Taraxacum officinale*, *Capsella bursa-pastoris*, *Sisymbrium sp.*,

Convolvulus arvensis, *Trifolium sp.*, *Hypocotum sp.*, *Lamium amplexicaule*, *Papaver rhoeas*, *Plantago sp.*, *Rumex crispus*, *Consolida regalis*, *Verbascum sp.*, *Viola arvensis*, *Tribulus terrestris*.

6.3.1. Συχνότητα εμφάνισης σπόρων αυτοφυών ειδών

Μεταξύ των δύο συστημάτων διαχείρισης της καλλιέργειας σιταριού δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές όσο αφορά στη συχνότητα εμφάνισης σπόρων αυτοφυών ειδών ($p>0,05$) (Παράρτημα). Τα αφθονότερα είδη σπόρων σε όλα τα αγροτεμάχια σιτηρών ήταν τα *Portulaca oleraceae*, *Polygonum aviculare*, *Chenopodium album* και *Fummaria officinalis*, με ποσοστό εμφάνισης 100 %, 100 %, 100 % και 30 % αντίστοιχα (Διάγραμμα 2). Τα αφθονότερα είδη καταλάμβαναν περισσότερο από το 50 % του συνολικού αριθμού εδαφικών σπόρων, ενώ το υπόλοιπο ποσοστό διαμόρφωσε ένας υψηλότερος αριθμός ειδών, αλλά με ιδιαίτερη χαμηλή πυκνότητα σπόρων ανά m^2 . Είδη σπόρων τα οποία εμφανίστηκαν μόνο σε ένα σύστημα διαχείρισης ήταν: *Vicia sp.*, *Sinapis arvensis*, *Heliotropium europaeum*, *Stellaria media*, *Agrostemma githago* και *Ranunculus sp.* (Διάγραμμα 2).



Διάγραμμα 2. Σχηματική απεικόνιση της συχνότητας εμφάνισης σπόρων αυτοφυών ειδών σε καλλιέργειες σιταριού με βιολογική και συμβατική διαχείριση.

6.3.2 Ποικιλότητα σπόρων αυτοφυών ειδών

Το φθινόπωρο παρουσιάστηκαν διακυμάνσεις στην ποικιλότητα ειδών σπόρων μεταξύ των δύο συστημάτων διαχείρισης σιταριού. Σύμφωνα με τους δείκτες ποικιλότητας Shannon και Simpson και ισοκατανομής (Eveness), η βιολογική και συμβατική καλλιέργεια σιταριού διέφεραν στατιστικά σημαντικά ($p<0,05$) ως προς την ποικιλότητα και την ισοκατανομή των ατόμων των ειδών σπόρων, με τις υψηλότερες τιμές να καταγράφονται στο βιολογικό σύστημα διαχείρισης (Πίνακας 12).

Πίνακας 12. Ποικιλότητα εδαφικών σπόρων σε εκτάσεις με βιολογική και συμβατική καλλιέργεια σιταριού κατά το φθινόπωρο.

Δείκτες ποικιλότητας	Σύστημα διαχείρισης	
	Βιολογικό	Συμβατικό
Δείκτης Shannon	1,624a*	1,57b
Δείκτης Simpson	4,428a	4,32b
Δείκτης Eveness	0,6153a	0,5951b

Σημείωση: Επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$
* Τιμές στην ίδια γραμμή που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διέφεραν στατιστικά σημαντικά.

6.3.3 Πυκνότητα σπόρων αυτοφυών ειδών

Κατά τις φθινοπωρινές μετρήσεις δεν παρατηρήθηκαν στατιστικές σημαντικές διαφορές ($p>0,05$) μεταξύ των δυο συστημάτων διαχείρισης ως προς τον μέσο όρο της πυκνότητας των διαθέσιμων σπόρων ανά m^2 .

Πίνακας 13. Πυκνότητα εδαφικών σπόρων σε συμβατικές και βιολογικές εκτάσεις σιτηρών.

	Σύστημα διαχείρισης	
	Βιολογικό	Συμβατικό
Αριθμός εδαφικών δειγμάτων	50	50
Πυκνότητα σπόρων / m^2	7108,23±1849,98	4736,47±1271,02
F	1,117	
P	0,305	

7. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

7.1 Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης στη συχνότητα εμφάνισης των αυτοφυών ειδών

Τα αυτοφυή είδη είναι βασικό συνθετικό των αγροτικών οικοσυστημάτων και διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη διατήρηση των υπηρεσιών που παρέχουν τα οικοσυστήματα, καθώς υποστηρίζουν μια μεγάλη ποικιλία ζωικής ποικιλότητας (Navntoft et al., 2009). Η σύγκριση της αφθονίας και ποικιλότητας αυτών των ειδών σε βιολογικές και συμβατικές καλλιέργειες γίνεται θεωρώντας το κάθε αγροτεμάχιο ως μια ομοιογενή μονάδα και αξιολογώντας μια αριθμητική τιμή για το σύνολο των αγροτεμαχίων. Ωστόσο, η τιμή αυτή παρουσιάζει συνήθως διακυμάνσεις μεταξύ των αγροτεμαχίων με το ανάλογο σύστημα διαχείρισης (Romero et al., 2008).

Μεταξύ των δύο συστημάτων διαχείρισης της καλλιέργειας σιταριού, η συμβατική παρουσίασε υψηλότερη συχνότητα εμφάνισης αυτοφυών ειδών και συγκεκριμένα αγρωστωδών, πιθανόν λόγω της αντοχής των ειδών αυτών στα ζιζανιοκτόνα (Romero et al., 2005).

Στη βιολογική γεωργία δεν χρησιμοποιούνται λιπάσματα. Η διαθεσιμότητα Ν σε γενικές γραμμές είναι χαμηλότερη σε συστήματα βιολογικής γεωργίας και συνήθως οδηγεί σε χαμηλές ποσότητες διαθέσιμου αζώτου στην καλλιέργεια, συνεπώς και για τα αυτοφυή είδη στις αρχές της άνοιξης. Η ανάπτυξη της καλλιέργειας και των αυτοφυών ειδών θα είναι επομένως πιο αργή στην έναρξη της καλλιεργητικής περιόδου σε καλλιέργειες με βιολογική από ότι με συμβατική διαχείριση (Lundkvist et al., 2008). Οι βιοκαλλιεργητές σπέρνουν αργότερα σε σύγκριση με τις συμβατικές καλλιέργειες, προκειμένου να αποφευχθούν εξάρσεις αυτοφυών ειδών. Αυτή η δυνατότητα επιτρέπει την ανάπτυξη των αυτοφυών ειδών και περιορίζει τις επιπτώσεις από τη χρήση των φυτοφαρμάκων, επιτρέποντας τη φυσική αναγέννησή τους στα δημητριακά που είναι ένα ιδιαίτερα ευνοϊκό περιβάλλον για την αγροτική βιοποικιλότητα (Norton et al., 2009). Εκτός από την επίδραση των λιπασμάτων και ζιζανιοκτόνων στην εμφάνιση των αυτοφυών ειδών, ο βιολογικός κύκλος κάθε φυτικού είδους καθορίζει τη μετέπειτα βιωσιμότητά του, καθώς καθένα από αυτά τα είδη βλαστάνει σε διαφορετική χρονική στιγμή (Hynönen et al., 2003).

Στη συγκεκριμένη έρευνα ο δείκτης φυσιγνωμίας αγρού παρουσίασε υψηλότερη τιμή σε καλλιέργεια σιταριού με συμβατική διαχείριση, γεγονός που υποδεικνύει τη δομική ετερογένεια στις αντίστοιχες εκτάσεις, χαρακτηριστικό το οποίο ευνοεί την ανάπτυξη ποικίλων ειδών (Norton et al., 2009).

7.2 Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης στη φυτική ποικιλότητα και την ποικιλότητα των σπόρων

Το αγροτικό τοπίο μεταβάλλεται με το χρόνο, καθώς η δομή των αγροοικοσυστημάτων είναι διαφορετική σε κάθε εποχή. Η εστίαση στο δομικό χαρακτήρα αφορά στη σύνθεση και την κατανομή διαφόρων συνθετικών κάθε αγροοικοσυστήματος, στα οποία περιλαμβάνονται το είδος των φυσικών πόρων, η κοινωνική και οικονομική παράμετρος και η κατανομή του φυσικού και ανθρωπογενούς τοπίου (Xu and Mage, 2001). Η δομή και η κατανομή των συνθετικών αυτών ποικίλουν μεταξύ των αγροοικοσυστημάτων και μεταβάλλονται με την πάροδο του χρόνου εξαιτίας της επίδρασης διαφόρων παραγόντων, με κυρίαρχη αυτή της γεωργικής πρακτικής. Η διαφοροποίηση των καλλιεργειών χαρακτηρίζει το αγροτικό τοπίο της περιοχής έρευνας, το οποίο τους φθινοπωρινούς μήνες κυριαρχείται από φρεσκοσπαρμένα χειμερινά σιτηρά (κριθάρι, σιτάρι), ψυχανθή χορτοδοτικά, καλαμιές σιτηρών (κριθάρι, σιτάρι, καλαμπόκι) και οργωμένους αγρούς. Αντίστοιχα, τους χειμερινούς μήνες κυριαρχείται από αγρούς με φρεσκοφυτωμένα σιτηρά και αγρούς προετοιμασμένους με άροση για να δεχθούν τις εαρινές καλλιέργειες.

Όμως, την άνοιξη παράλληλα με τη διαφοροποίηση του αγροτικού τοπίου γίνεται ευδιάκριτη και η διαφοροποίηση των καλλιεργειών ως προς το εφαρμοζόμενο σύστημα διαχείρισης.

Η εντατικοποίηση κατά τις τελευταίες δεκαετίες έχει επηρεάσει αρνητικά τα αγροοικοσυστήματα, με τη μετατροπή των φυσικών και ημιφυσικών οικοτόπων σε καλλιεργήσιμες εκτάσεις (Fischer et al., 2011). Η χρήση του δείκτη φυσιогνωμίας αγρού αποσκοπούσε στην αξιολόγηση αφενός της εντατικοποίησης και αφετέρου της ομογενοποίησης που δέχτηκαν τα αγροοικοσυστήματα στην περιοχή έρευνας. Οι χαμηλές τιμές τόσο του δείκτη φυσιогνωμίας αγρού όσο και της μέσης έκτασης των αγρών δείχνουν την τάση απομάκρυνσης από ήπιες μορφές γεωργίας και την υιοθέτηση εντατικών προτύπων διαχείρισης των αγροοικοσυστημάτων (Βουδούρη, 2008). Το γεγονός ότι ο δείκτης φυσιогνωμίας αγρού στην περιοχή έρευνας παρουσίασε χαμηλότερη τιμή σε καλλιεργούμενες εκτάσεις σιταριού με βιολογική διαχείριση, συνεπάγεται την απουσία δομικής ετερογένειας στους αγρούς αυτούς (Romero et al., 2008). Αυτό πιθανόν να οφείλεται στο συμβατικό τρόπο διαχείρισης της προηγούμενης καλλιέργειας, πριν δηλαδή εγκατασταθεί η τωρινή βιολογική καλλιέργεια σιταριού, καθώς το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί κυμαίνεται από 2 έως 4 έτη. Η στροφή προς τη βιολογική παραγωγή ενισχύθηκε ουσιαστικά από την εφαρμογή της σχετικής επιδότησης. Έτσι, οι ποσότητες των φυτοφαρμάκων της προηγούμενης καλλιέργειας πιθανόν δεν εξαλείφθηκαν εντελώς από τις αντίστοιχες εκτάσεις με βιολογική καλλιέργεια σιταριού που ακολούθησε.

Οι μετρήσεις φυτοκάλυψης, δηλαδή τα ποσοστά Ακάλυπτου εδάφους, Φυτοκάλυψης αυτοφυών ειδών και Φυτοκάλυψης καλλιεργούμενων ειδών αποτυπώνουν την κατάσταση στην οποία εισέρχονται κατά τη διάρκεια του χειμώνα οι καλλιεργούμενες εκτάσεις σιταριού με βιολογική και συμβατική διαχείριση. Οι τρεις προαναφερθείσες παράμετροι επηρεάστηκαν από: (α) το καλλιεργούμενο φυτικό είδος, (β) τη διαχείριση των πληθυσμών των αυτοφυών ειδών και (γ) την εποχή συγκομιδής. Αναλυτικότερα, το ποσοστό Ακάλυπτου εδάφους αντιπροσώπευε την εδαφική επιφάνεια η οποία υπόκεινται διάβρωση, ενώ το ποσοστό Φυτοκάλυψης αυτοφυών ειδών το εφαρμοσθέν σύστημα διαχείρισης των αυτοφυών ειδών στην καλλιέργεια το οποίο συμβάλλει περισσότερο ή λιγότερο στην εξασφάλιση τροφής για την αγροτική ζωική ποικιλότητα. Τέλος, η παράμετρος ποσοστό Φυτοκάλυψης καλλιεργούμενων ειδών αντιπροσώπευε: (α) την πυκνότητα των φυτών της καλλιέργειας με βιολογική και συμβατική διαχείριση και (β) το ποσοστό φυτοκάλυψης, το οποίο παρέμεινε κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Συνεπώς η διακύμανση στη βοτανική σύνθεση οφείλεται πιθανότατα στο σύστημα διαχείρισης της καλλιέργειας και όχι στα φυσιогνωμικά χαρακτηριστικά του αγρού.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, οι καλλιέργειες σιταριού με βιολογική διαχείριση μπορούν να στηρίξουν διατροφικά την αγροτική ζωική ποικιλότητα, καθώς παρουσίασαν την υψηλότερη τιμή στην παράμετρο «ποσοστό φυτοκάλυψης αυτοφυών ειδών», το οποίο συνεπάγεται υψηλό πληθυσμό “ζιζανίων” και πιθανόν να οφείλεται στον όχι πλήρη έλεγχο των αυτοφυών ειδών σε βιολογικές καλλιέργειες (Hole et al., 2005). Σύμφωνα με τους Gaba et al. (2010), μεταξύ των ζωντανών οργανισμών που βρίσκονται στα αγροτικά οικοσυστήματα, πολλά αυτοφυή είδη διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη στήριξη της αγροτικής βιοποικιλότητας, καθώς οι σπόροι αυτών των ειδών αποτελούν σημαντική πηγή τροφής. Όμως, αυτό δεν συνέβη σε καλλιεργούμενες εκτάσεις με συμβατική διαχείριση, καθώς το «ποσοστό φυτοκάλυψης αυτοφυών ειδών» παρουσίασε χαμηλή τιμή, δηλαδή χαμηλό πληθυσμό αυτών των ειδών λόγω του εντατικού ελέγχου με την εφαρμογή ζιζανιοκτόνων, όπως διαπίστωσαν οι Hyñönen et al. (2003). Επίσης, οι καλλιεργούμενες εκτάσεις με σιτάρι κάτω από συμβατική διαχείριση παρουσίασαν μεγαλύτερο «ποσοστό φυτοκάλυψης καλλιεργούμενων ειδών» έναντι των αντίστοιχων εκτάσεων με βιολογική διαχείριση. Αυτό πιθανόν να οφείλεται στον μειωμένο ανταγωνισμό από τα αυτοφυή φυτά τα οποία περιορίζονται έντονα από τη χρήση ζιζανιοκτόνων (Βουδούρη, 2008).

7.3 Επίδραση των συστημάτων διαχείρισης στη πυκνότητα των εδαφικών σπόρων

Η εκτίμηση της εδαφικής τράπεζας σπόρων είναι χρήσιμη ώστε να διαπιστωθούν οι επιπτώσεις της εντατικοποίησης της γεωργίας στη φυσική χλωρίδα, καθώς είναι το αποτέλεσμα των διεργασιών που συνέβησαν στο παρελθόν και συνεπώς, μπορεί να θεωρηθεί ως η "μνήμη" της κοινότητας των αυτοφυών ειδών. Οι αλλαγές στον πλούτο των φυτικών ειδών και της σύνθεσης της εδαφικής τράπεζας σπόρων οφείλονται κατά κύριο λόγο στην ένταση χρήσης της γης (Armengot et al., 2011).

Η απουσία εδαφικών σπόρων ορισμένων ειδών κατά τις φθινοπωρινές μετρήσεις, ενώ προηγήθηκε η συλλογή των αντίστοιχων αυτοφυών ειδών την άνοιξη, εξηγείται από τη φυσική βλάβη που υφίστανται οι εδαφικοί σπόροι από γεωργικά εργαλεία μέσω της διαδικασίας του οργώματος και από το φυσιολογικό θάνατο (Shrestha, 2001). Η μικρή διάρκεια ζωής των εδαφικών σπόρων συνδέεται με τον εντατικό έλεγχο των αυτοφυών ειδών σε καλλιεργούμενες εκτάσεις, καθώς αυτό αποτελεί σημαντικό λόγο για την παρακμή ετήσιων αυτοφυών ειδών το φθινόπωρο και τον χειμώνα κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών (Albrecht και Auerwald, 2009). Επίσης, διάφοροι μηχανισμοί διασποράς όπως ο άνεμος μεταφέρουν και διασκορπίζουν τους εδαφικούς σπόρους σε μεγάλες αποστάσεις (Herren, 2000) και σε συνδυασμό με τη θήρευση αυτών των σπόρων από διάφορους οργανισμούς σε καλλιεργούμενες εκτάσεις (Fischer et al., 2011), παρατηρείται εξάντληση της εδαφικής τράπεζας σπόρων.

Η εδαφική τράπεζα σπόρων της περιοχής έρευνας, πριν μπει ο χειμώνας, φαίνεται να κυριαρχείται από ένα σχετικά μικρό αριθμό ειδών. Τα είδη αυτά ήταν τα: *Portulaca oleraceae*, *Polygonum aviculare*, *Chenopodium album*, *Fummaria officinalis* και *Amaranthus sp.* Τα παραπάνω είδη έχουν επίμονη τράπεζα σπόρων, είναι ανταγωνιστικά και αποτελούν σημαντικό πρόβλημα σε καλλιεργούμενες εκτάσεις (Graziani et al., 2012). Η υψηλή πυκνότητα σπόρων του *Portulaca oleracea*, μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός ότι αυτό το είδος είναι πολύ καλά προσαρμοσμένο στις συνθήκες κάθε καλλιέργειας, ωριμάζει γρήγορα, παράγει σπόρους κάτω από ένα ευρύ φάσμα συνθηκών και μπορεί να είναι πολύ "παραγωγικό". Ακόμη, οι σπόροι του είναι μικρού μεγέθους και η διάδοσή τους μπορεί να ευνοείται από μηχανικά μέσα. Επιπλέον, έχει αποδειχθεί ότι, μετά από μηχανικό έλεγχο, ξεριζωμένα φυτά και τμήματα αυτών είναι σε θέση να συνεχίσουν την ανάπτυξη. Όλοι αυτοί οι παράγοντες μπορεί να συνέβαλαν στην υψηλή πυκνότητα της εδαφικής τράπεζας σπόρων του *Portulaca oleracea* και πιθανόν και άλλων ειδών (Graziani et al., 2012). Τα παραπάνω είδη κατατάσσονται στα πλατύφυλλα, και παρουσιάζουν σχετική αντοχή στα ζιζανιοκτόνα (Hole et al., 2005).

Τέλος, ανεξάρτητα από τα κυρίαρχα είδη της εδαφικής τράπεζας σπόρων κατά τις φθινοπωρινές μετρήσεις, οι καλλιέργειες σιταριού που παρουσίασαν τη υψηλότερη πυκνότητα σπόρων ανά τετραγωνικό μέτρο, ήταν κάτω από βιολογική διαχείριση. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στον έλεγχο των αντίστοιχων αυτοφυών ειδών με τη χρήση ζιζανιοκτόνων στους συμβατικούς αγρούς (Graziani et al., 2012).

8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την ανάλυση και ερμηνεία των δεδομένων της παρούσας έρευνας προέκυψαν τα παρακάτω συμπεράσματα:

- ✚ Η καλλιέργεια σιταριού με βιολογική διαχείριση είχε ιδιαίτερα υψηλή διατροφική αξία για την αγροτική ζωική ποικιλότητα, καθώς παρουσίασε την υψηλότερη τιμή φυτοκάλυψης αυτοφυών ειδών και πυκνότητα επιφανειακών εδαφικών σπόρων. Όμως, εμφάνισε χαμηλό δείκτη φυσιογνωμίας αγρού κάτι το οποίο δεν είναι ευνοϊκό για την βιοποικιλότητα των αγροοικοσυστημάτων.
- ✚ Η καλλιέργεια σιταριού με συμβατική διαχείριση είχε ιδιαίτερα χαμηλή διατροφική αξία για την αγροτική ζωική ποικιλότητα καθώς παρουσίασε την χαμηλότερη τιμή φυτοκάλυψης αυτοφυών ειδών και πυκνότητα επιφανειακών εδαφικών σπόρων. Αλλά οι αγροί με συμβατική καλλιέργεια σιταριού αντιπροσώπευαν μεγαλύτερη μέση έκταση αγρού και με δομική ετερογένεια κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου, το οποίο έχει θετική επίδραση στην αγροτική ζωική ποικιλότητα.
- ✚ Η εδαφική τράπεζα σπόρων της περιοχής έρευνας κυριαρχείται από είδη με μακρόβια εδαφική τράπεζα σπόρων: *Portulaca oleraceae*, *Polygonum aniculare*, *Chenopodium album*, *Fummaria officinalis* και *Amaranthus sp.* Το συμπέρασμα αυτό αντικατοπτρίζει την εντατική διαχείριση των αγρών η οποία μειώνει τη βιοποικιλότητα.

9. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η μείωση της βιοποικιλότητας σε καλλιεργούμενες εκτάσεις είναι ιδιαίτερα έντονη και συνεχώς εξελισσόμενη. Η ανάσχεση αυτής της μείωσης και η ενδυνάμωση της αγροτικής βιοποικιλότητας μπορεί να επιτευχθεί με την εφαρμογή των παρακάτω χειρισμών:

- ✚ Τα φορτία χημικών λιπασμάτων δεν πρέπει να υπερβαίνουν τα επιτρεπτά όρια. Η εφαρμογή των φυτοφαρμάκων και ζιζανιοκτόνων θα πρέπει να μειωθεί στο ελάχιστο και οι καλλιεργητικές εργασίες με μηχανικά μέσα πρέπει να τροποποιηθούν για να προκύψει μείωση των αρνητικών επιπτώσεων σε συγκεκριμένες ομάδες ειδών, όπως τα πουλιά, είδη φυτών και εντόμων.
- ✚ Για την ενίσχυση της ποικιλότητας των αυτοφυών ειδών που έχουν μεγάλη διατροφική αξία για την αγροτική ζωική ποικιλότητα και την αντιμετώπιση των επιπτώσεων και σε άλλα τροφικά επίπεδα, σημαντική είναι η χρήση των πολυετών αγρωστωδών στις αγροτικές εκτάσεις.
- ✚ Η πολυπλοκότητα του τοπίου είναι σημαντική για τη βιοποικιλότητα. Πολυετείς δομές στα περιθώρια των χωραφιών, όπως δενδροστοιχίες και λωρίδες με ποώδη φυτά μπορούν είναι σημαντικές για αρθρόποδα, πουλιά και θηλαστικά, πολλά από τα οποία είναι σημαντικοί καταναλωτές σπόρων φυτικών ειδών. Επίσης, οι φυτοφράχτες παρέχουν σημαντικούς διαδρόμους για την μετακίνηση πολλών ειδών και λειτουργούν ως καταφύγια αυτών. Συνεπώς, προτείνεται η προώθηση αυτών των δομών σε πιο εκτεταμένο βαθμό στα αγροοικοσυστήματα.
- ✚ Οι πρακτικές της βιολογικής γεωργίας έχουν γενικά θετικές επιπτώσεις για το περιβάλλον και τη βιοποικιλότητα. Τα βιολογικά αγροκτήματα έχουν περισσότερη οργανική ύλη και θρεπτικά συστατικά εδάφους και πλουσιότερη εδαφική τράπεζα σπόρων, ευνοώντας μικροοργανισμούς του εδάφους και πολλά σποροφάγα είδη. Για τους λόγους αυτούς συστήνεται η επέκταση του συστήματος βιολογικής διαχείρισης σε μεγαλύτερο ποσοστό των καλλιεργούμενων σιτηρών.

10. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Albrecht H. and K. Auerswald, 2009. Seed traits in arable weed seed banks and their relationship to land-use changes. *Basic and Applied Ecology* , 10: 516–524.
- Αντωνίου Θ., 2012. Γεωργική βιοποικιλότητα και αποτελεσματικότητα γεωργικών εκμεταλλεύσεων στον κλάδο των σιτηρών. Μεταπτυχιακή διατριβή. Γεωπονική Σχολή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Armengot L., L. Josi-Marva, J. M. Blanco-Moreno, A. Romero-Puente and F. X. Sans, 2011. Landscape and land-use effects on weed flora in Mediterranean cereal fields. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 142: 311– 317.
- Baidu-Forson J. J., T. Hodgkin and M. Jones, 2012. Introduction to special issue on agricultural biodiversity, ecosystems and environment linkages in Africa. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 157: 1– 4.
- Βερεσόγλου Δ. Σ., 2004. Οικολογία. Εκδόσεις «έλλα». Λάρισα.
- Βουδούρη Α., 2008. Η αξία των αγροοικοσυστημάτων για τη βιοποικιλότητα εκτός καλλιεργητικής περιόδου: συγκριτική αξιολόγηση καλλιεργειών της περιοχής Ελασσόνας. Μεταπτυχιακή διατριβή. Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Βόλος.
- Chamberlain D.E., R.J. Fuller, R.G.H. Bunce, J.C. Duckworth and M. Shrubbs , 2000. Changes in the abundance of farmland birds in relation to the timing of agricultural intensification in England and Wales. *Journal of Applied Ecology*, 37: 771-788.
- Chauhan B. S., R. G. Singh and G. Mahajan, 2012. Ecology and management of weeds under conservation agriculture: A review. *Crop Protection*, 38: 57-65.
- Cordeau S., X. Reboud and B. Chauvel, 2010. Relative importance of farming practices and landscape context on the weed flora of sown grass strips. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 139: 595–602.
- Emberlin J.C., 1996. Εισαγωγή Στην Οικολογία. Εκδόσεις Δαρδάνος. Αθήνα.
- Fischer C., C. Thies and T. Tschardtke, 2011. Mixed effects of landscape complexity and farming practice on weed seed removal. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 13: 297– 303.
- Gaba S., B. Chauvel, F. Dessaint, V. Bretagnolle and S. Petit, 2010. Weed species richness in winter wheat increases with landscape heterogeneity. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 138: 318–323.
- Gaston K. J. and J.I. Spicer., 2008. Βιοποικιλότητα -Μια εισαγωγή. University Studio Press. Θεσσαλονίκη.

Gerowitt B., 2003. Development and control of weeds in arable farming systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 98: 247–254.

Ghersa C.M. and M.A. Martinez-Ghersa, 2000. Ecological correlates of weed seed size and persistence in the soil under different tilling systems: implications for weed management. *Field Crops Research*, 67: 141–148.

Graziani F., A. Onofri, E. Pannacci, F. Tei and M. Guiducci, 2012. Size and composition of weed seedbank in long-term organic and conventional low-input cropping systems. *European Journal of Agronomy*, 39: 52– 61.

Greaves, M.P., E.J.P. Marshall, 1987. Field margins: definitions and statistics. In: Way, J.M., Greig-Smith, P.J. (Eds.), *Field Margins*. Monograph No. 35. British Crop Protection Council, Thornton Heath, Surrey, pp. 3–10.

Herren R., 2000. Γεωργική παραγωγή και τεχνολογία-Μια βιολογική προσέγγιση, Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα.

Hole D.G., A.J. Perkins, J.D. Wilson, I.H. Alexander, P.V. Grice and A.D. Evans, 2005. Does organic farming benefit biodiversity?. *Biological Conservation*, 122: 113–130.

Hyvönen T., E. Ketoja, J. Salonen, H. Jalli and J. Tiainen, 2003. Weed species diversity and community composition in organic and conventional cropping of spring cereals. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 97: 131–149.

Κάδης Χ.Κ., 1995. Η αναπαραγωγική βιολογία των αυστηρώς προστατευόμενων φυτών της κυπριακής χλωρίδας. Διδακτορική διατριβή. Τμήμα Γεωπονίας. Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (Α.Π.Θ.).

Λόλας Π.Χ., 2007, Ζιζανιολογία-Τύχη και συμπεριφορά στο περιβάλλον. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία. Θεσσαλονίκη.

Lundkvist A., L. Salomonsson, L. Karlsson and A. D. Gustavsson, 2008. Effects of organic farming on weed flora composition in a long term perspective. *European Journal of Agronomy*, 28: 570–578.

Macdonald D. and J. R. Fuller, 2009. Consequences of organic and non-organic farming practices for field, farm and landscape complexity. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 129: 221–227.

Marino P.C., P.R. Westerman, C. Pinkert and W. van der Werf, 2005. Influence of seed density and aggregation on post-dispersal weed seed predation in cereal fields. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 106: 17–25.

Marone L., B. E. Rossi and J. Lopez De CAsenave, 1998. Granivore impact on soil-seed reserves in the central Monte desert, Argentina. *Functional Ecology*, 12: 640–645.

Marshall E.J.P. and A.C. Moonen, 2002. Field margins in northern Europe: their functions and interactions with agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 89: 5–21.

Mauchline A L, S J Watson, V K Brown and R J Froud-Williams, 2005. Post-dispersal seed predation of non-target weeds in arable crops. *Weed Research*, 45: 157–164.

McLaughlin A. and P. Mineau, 1995. The impact of agricultural practices on biodiversity. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 55: 201-212.

Moodie M., R.P. Finch and G. Marshall, 1997. Analysis of genetic variation in wild mustard (*Sinapis arvensis*) using molecular markers. *Weed Sci*, 45: 102-108.

Moorcroft D., M. J. Whittingham, R. B. Bradbury and J. D. Wilson, 2002. The selection of stubble fields by wintering granivorous birds reflects vegetation cover and food abundance. *Journal of Applied Ecology*, 39: 535-547.

Navntoft S., S.D. Wratten, K. Kristensen and P. Esbjerg, 2009. Weed seed predation in organic and conventional fields. *Biological Control*, 49: 11-16.

Norton L., P. Johnson, A. Joys, R. Stuart, D. Chamberlain, R. Feber, L. Firbank, W. Manley, M. Wolfe, B. Hart, F. Mathews, D. Macdonald and R. J. Fuller, 2009. Consequences of organic and non-organic farming practices for field, farm and landscape complexity. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 129: 221-227.

Παπακώστα-Τασοπούλου Δ., 2008. Σιτηρά, χειμερινά-εαρινά. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία. Θεσσαλονίκη.

Reuss S.A., D.D. Buhler and J.L. Gunsolus, 2001. Effects of soil depth and aggregate size on weed seed distribution and viability in a silt loam soil. *Applied Soil Ecology*, 16: 209-217.

Robinson R. A., J. D. Hart, J. M. Holland and Dave Parrott, 2004. Habitat use by seed-eating birds: a scale-dependent approach. *Ibis*, 146: 87-98.

Romero A., L. Chamorro and F. X. Sans, 2008. Weed diversity in crop edges and inner fields of organic and conventional dryland winter cereal crops in NE Spain. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 124: 97-104.

Σφήκας Α. Γ., 1987. Ειδική Γεωργία Ι. Σιτηρά, ψυχανθή και χορτοδοτικά φυτά. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις. Θεσσαλονίκη.

Shrestha A., IPM Weed Ecologist, 2001. Weed seed banks and their role in future weed management. UC Statewide IPM Program, Kearney Agricultural Center, Parlier.

Smit, B. and J. Smithers, 1994. Sustainable agriculture and agroecosystem health. In: Nielson, N.O. (Ed.), *Proceedings of an International Workshop on Agroecosystem Health*, University of Guelph, Guelph, Ontario, pp. 31-38.

Στεφανάκης Γ., 2006. Οργανική έναντι συμβατικής γεωργίας-Η επίδραση στη βιοποικιλότητα. Μεταπτυχιακή διατριβή. Τμήμα Περιβάλλοντος. Πανεπιστήμιο Αιγαίου. Μυτιλήνη.

Τσιαφούλη Α. Μ., 2007. Εδαφική βιοποικιλότητα σε οργανικά και συμβατικά οικοσυστήματα. Διδακτορική διατριβή. Τμήμα Βιολογίας. Τομέας Οικολογίας. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Tuomisto H.L., I.D. Hodge, P. Riordan and D.W. Macdonald, 2012. Does organic farming reduce environmental impacts? A meta-analysis of European research. *Journal of Environmental Management*, 112: 309-320.

Vickery J., N.Carter and J.Fuller, 2002. The potential value of management cereal fields margins as foraging habitats for farmland birds in the UK. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 89: 41-52.

Wilson J. D., M. J. Whittingham and R. B. Bradbury, 2005. Review. The management of crop structure: a general approach to reversing the impacts of agricultural intensification on birds. *Ibis*, 147: 453-463.

Χαϊδευτού Γ. Ε., 2010. Εδαφικές τράπεζες σπόρων, φυτική ποικιλότητα και βόσκηση σε δάση φυλλοβόλων δρυών της Ελλάδας. Διδακτορική διατριβή. Τμήμα Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.

Xu W. and J. A. Mage, 2001. A review of concepts and criteria for assessing agroecosystem health including a preliminary case study of southern Ontario. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 83: 215-233.

Zhu W., S. Wang and C.D. Caldwell, 2012. Pathways of assessing agroecosystem health and agroecosystem management. *Acta Ecologica Sinica*, 32: 9-17.

Ηλεκτρονικές διευθύνσεις:

[http1://www.env-edu.gr/Chapters.aspx?id=119](http://www.env-edu.gr/Chapters.aspx?id=119)

[http2://www.eyliko.gr/htmls/perivallon/kallisto_files/_Biol_kal.pdf](http://www.eyliko.gr/htmls/perivallon/kallisto_files/_Biol_kal.pdf)

[http3://www.agroplan.org/material/GR/TM_GR/Module_3.pdf](http://www.agroplan.org/material/GR/TM_GR/Module_3.pdf)

[http4://invenio.lib.auth.gr/record/76514/files/gri-2007_622.pdf?version=1](http://invenio.lib.auth.gr/record/76514/files/gri-2007_622.pdf?version=1)

[http5://www.ornithologiki.gr](http://www.ornithologiki.gr)

[http6://www.neagenia.gr/appdata](http://www.neagenia.gr/appdata)

[http7://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&ei=xOOgUOHCF4b04QSIwoGAAG](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&ei=xOOgUOHCF4b04QSIwoGAAG)

[http8://ikaros.teipir.gr/mecheng/OPS/files/Env_Biom/Tomos%20B_Kef_9.pdf](http://ikaros.teipir.gr/mecheng/OPS/files/Env_Biom/Tomos%20B_Kef_9.pdf)

[http9://www.deskati.com/dispatcher.php/el/locality.htm](http://www.deskati.com/dispatcher.php/el/locality.htm)

Παράρτημα

Πίνακας 1. Σύγκριση της (%) συχνότητας εμφάνισης αυτοφυών ειδών σε καλλιέργειες σιταριού με βιολογική και συμβατική διαχείριση.

Είδος	Βιολογική καλλιέργεια σιταριού	Συμβατική καλλιέργεια σιταριού	Chi-Square Tests	
			Value	P
<i>Anthemis arvensis</i>	11,6	11,6	0,392	0,531
<i>Lolium sp.</i>	14,5	14,5	-	-
<i>Oryzopsis miliaceae</i>	10,1	11,6	0,267	0,606
<i>Polygonum aviculare</i>	7,2	2,9	1,978	0,160
<i>Agrostemma githago</i>	10,1	2,9	5,051	0,025
<i>Centaurea cyanus</i>	8,7	8,7	0,000	1,000
<i>Capsella bursa- pastoris</i>	4,3	5,8	0,220	0,639
<i>Lactuca serriola</i>	2,9	2,9	0,000	1,000
<i>Avena sp.</i>	2,9	4,3	0,267	0,606
<i>Vicia sp.</i>	10,1	4,3	3,200	0,074
<i>Papaver rhoeas</i>	2,9	1,4	0,392	0,531
<i>Veronica sp.</i>	1,4	2,9	0,392	0,531
<i>Tribulus terrestris</i>	1,4	0	1,053	0,305
<i>Hordeum murinum</i>	1,4	5,8	2,400	0,121
<i>Bromus sp.</i>	2,9	10,1	5,051	0,025
<i>Cirsium arvense</i>	1,4	4,3	1,250	0,264
<i>Plantago sp.</i>	1,4	0	1,053	0,305
<i>Ranunculus sp.</i>	2,9	2,9	0,000	1,000

<i>Lamium amplexicaule</i>	4,3	2,9	0,267	0,606
<i>Sonchus oleraceus</i>	1,4	4,3	1,250	0,264
<i>Chrysanthemum segetum</i>	2,9	0	2,222	0,136
<i>Chenopodium album</i>	1,4	0	1,053	0,305
<i>Trifolium sp.</i>	1,4	0	1,053	0,305
<i>Gallium sp.</i>	2,9	5,8	0,952	0,329
<i>Convolvulus arvensis</i>	2,9	1,4	0,392	0,531
<i>Sinapis arvensis</i>	1,4	1,4	0,000	1,000
<i>Sisymbrium sp.</i>	1,4	1,4	0,000	1,000
<i>Consolida regalis</i>	0	5,8	5,000	0,025
<i>Rumex crispus</i>	0	1,4	1,053	0,305
<i>Fummaria officinalis</i>	0	2,9	2,222	0,136
<i>Viola arvensis</i>	0	5,8	5,000	0,025
<i>Cirsium arvense</i>	0	1,4	1,053	0,305
<i>Hypecoum sp.</i>	0	1,4	1,053	0,305
<i>Taraxacum officinale</i>	0	1,4	1,053	0,305
<i>Portulaca oleraceae</i>	0	1,4	1,053	0,305
<i>Verbascum sp.</i>	0	1,4	1,053	0,305
<i>Amarantus sp.</i>	0	1,4	1,053	0,305
<i>Heliotropium europaeum</i>	1,4	0	1,053	0,305

Πίνακας 2. Σύγκριση της (%) συχνότητας εμφάνισης σπόρων αυτοφύων ειδών σε καλλιέργειες σιταριού με βιολογική και συμβατική διαχείριση.

Είδος	Βιολογική καλλιέργεια σιταριού	Συμβατική καλλιέργεια σιταριού	Chi-Square Tests	
			Value	P
<i>Polygonum aviculare</i>	100	100	-	-
<i>Agrostemma githago</i>	20	0	2,222	0,136
<i>Vicia sp.</i>	10	0	1,053	0,305
<i>Portulaca oleracea</i>	100	100	-	-
<i>Amaranthus sp.</i>	100	90	1,053	0,305
<i>Chenopodium album</i>	100	100	-	-
<i>Veronica sp.</i>	50	20	1,978	0,160
<i>Oryzopsis miliaceae</i>	70	50	0,833	0,361
<i>Fummaria officinalis</i>	30	30	0,000	1,000
<i>Sinapis arvensis</i>	10	0	1,053	0,305
<i>Galium sp.</i>	10	30	0,267	0,606
<i>Heliotropium europaeum</i>	30	0	3,529	0,060
<i>Stellaria media</i>	10	0	1,053	0,305
<i>Ranunculus sp.</i>	0	20	2,222	0,136



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000114898